

Estandarización de la Producción del Abono Orgánico Fertimar Mediante Proceso de Compostaje para el Uso Agrícola en el Municipio de Enciso, Santander.

Sara Yesenia Toloza Blanco

Trabajo de Grado para Optar el Título de Administrador Agroindustrial

Director

Milton César Hernández Rivera  
Especialista en Biotecnología Agroambiental

Universidad Industrial de Santander  
Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED  
Administración Agroindustrial  
Bucaramanga

2026

### **Dedicatoria**

El presente proyecto lo dedico principalmente a Dios él es quien me regala la inteligencia y la sabiduría para hacer realidad todos mis propósitos convirtiéndolos en metas, también agradezco especialmente a mis padres y hermanos son el motor que me inspiran todos los días a trabajar para construir cada objetivo de manera profesional.

### **Agradecimientos**

Quiero agradecer primeramente a Dios pues es mi creador quien me regaló la vida para poder ser su propósito sobre la tierra, de igual manera también agradezco a mis padres, hermanos y demás familiares, ellos con sus conocimientos me inspiran a crear innovaciones que se adapten como beneficio familiar y comunitario. También agradezco a la Universidad Industrial De Santander y a su equipo de docentes profesionales que han sido mis principales guías en cada semestre, con su conocimiento me han formado como profesional; asimismo doy gracias al director del proyecto el Ingeniero Milton César Hernández Rivera quien me orientó y me instruyó como un experto competente.

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción.....	12
1. Objetivos.....	13
1.1 Objetivo General .....	13
1.2 Objetivos Específicos .....	13
2. Cuerpo del Trabajo.....	14
2.1 Marco Referencial .....	14
2.1.1 Técnicas para la Producción de Abonos Orgánicos .....	16
2.1.2 Cuatro Etapas de la Agricultura Orgánica .....	17
2.1.3 Propiedades de los Abonos Orgánicos .....	18
2.1.4 Tipos de Abonos Orgánicos.....	20
2.1.5 Fases del Compostaje Activo .....	21
2.1.6 Como se deben Utilizar los Abonos Orgánicos .....	27
2.2 Método.....	28
2.2.1 Parámetros Evaluados.....	43
2.2.2 Muestras a Laboratorio .....	45
2.2.3 Resultados .....	45
2.2.4 Discusión .....	57
3. Conclusiones .....	62
4. Recomendaciones.....	64
Referencias Bibliográficas.....	65
Apéndices .....	68

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Riqueza de materias primas para establecer la estandarización del cono de compostaje 1,2, con tratamiento de humedad de 30% .....	30
<b>Tabla 2</b> Riqueza de materias primas para establecer la estandarización del cono de compostaje 3,4, con tratamiento de humedad de 50% .....	33
<b>Tabla 3</b> Descripción de los tratamientos establecidos durante el proceso de estandarización del abono Fertimar .....	43
<b>Tabla 4</b> Fórmula de la humedad.....	44
<b>Tabla 5</b> Resultados de los análisis fisicoquímicos de los cuatro conos de compostaje .....	51
<b>Tabla 6</b> Convenciones distribución del área de la planta Fertimar .....	56
<b>Tabla 7</b> Parámetros del abono orgánico según la NTC 5167 .....	58
<b>Tabla 8</b> Parámetros de abono orgánico mineral según la NTC 5167.....	60

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Diseño del área del proceso de compostaje .....	29
<b>Figura 2</b> Selección y pesaje de la materia prima para el proceso de elaboración de los conos de compostaje .....	38
<b>Figura 3</b> Montaje de los cuatro conos de compostaje para dar inicio al proceso de transformación del material orgánico.....	39
<b>Figura 4</b> Inicio del proceso de compostaje con tratamiento de humedad, temperatura, pH y volteos .....	41
<b>Figura 5</b> Muestras para laboratorio Químico de consultas industriales para analizar carbono orgánico y conductividad eléctrica .....	42
<b>Figura 6</b> Comportamiento de humedad en los cuatro conos de compostaje .....	46
<b>Figura 7</b> Comportamiento de la temperatura en los cuatro conos de compostaje de inicio a fin .	47
<b>Figura 8</b> Comportamiento del pH en los cuatro conos de compostaje.....	48
<b>Figura 9</b> Comportamiento del carbono orgánico en la estandarización de los conos de compostaje .....	49
<b>Figura 10</b> Conductividad Eléctrica para el proceso de estandarización de los conos de compostaje .....	50
<b>Figura 11</b> Muestras de los cuatro conos de compostaje para análisis fisicoquímicos .....	51
<b>Figura 12</b> Peso del resultado final de los cuatro conos de compostaje .....	53
<b>Figura 13</b> Comparativo del peso inicial y el peso final de los cuatro conos de compostaje .....	54
<b>Figura 14</b> Planta de producción .....	55

## Lista de Apéndices

	<b>Pág.</b>
<b>Apéndice A</b> Comportamiento de humedad en e l proceso de estandarización del abono Fertimar .....	68
<b>Apéndice B</b> Comportamiento de temperatura durante el proceso de estandarización del abono Fertimar .....	69
<b>Apéndice C</b> Comportamiento del pH en el proceso de estandarización del abono orgánico Fertimar .....	70
<b>Apéndice D</b> Comportamiento del carbono orgánico en el proceso de estandarización del abono orgánico Fertimar .....	71
<b>Apéndice E</b> Comportamiento de Conductividad Eléctrica (1:100) en el proceso de estandarización del abono orgánico Fertimar .....	72
<b>Apéndice F</b> Comparativo del peso inicial y peso final de los cuatro conos de compostaje .....	73
<b>Apéndice G</b> Análisis de resultados día 57 cono 1, conductividad eléctrica y carbono orgánico .	74
<b>Apéndice H</b> <i>Análisis de resultados día 57 cono 2, conductividad eléctrica y carbono orgánico</i>	75
<b>Apéndice I</b> Análisis de resultados día 57 cono 3, conductividad eléctrica y carbono orgánico ...	76
<b>Apéndice J</b> Análisis de resultados día 57 cono 4, conductividad eléctrica y carbono orgánico ..	77
<b>Apéndice K</b> Análisis de resultados día 97 cono 1, conductividad eléctrica y carbono orgánico .	78
<b>Apéndice L</b> Análisis de resultados día 97 cono 2, Conductividad eléctrica y Carbono orgánico	79
<b>Apéndice M</b> Análisis de resultado día 97, cono 3 Conductividad eléctrica y Carbono orgánico	80
<b>Apéndice N</b> Análisis de resultados día 97 cono 4, Conductividad eléctrica y Carbono orgánico	81

<b>Apéndice O</b> Análisis de resultados físicoquímico, cono 1 .....	82
<b>Apéndice P</b> Análisis de resultados físicoquímicos cono 2 .....	83
<b>Apéndice Q</b> Análisis de resultados físicoquímicos cono 3 .....	84
<b>Apéndice R</b> Análisis de resultados físicoquímicos, cono 4.....	85

## Glosario

**Abono:** Sustancia que puede ser inorgánica u orgánica que se utiliza para incrementar la calidad del suelo brindando nutrientes a los cultivos, huertas caceras, árboles frutales, plantas ornamentales y praderas.

**Carbono orgánico:** Material derivado de la descomposición de las plantas, el crecimiento bacteriano y las actividades metabólicas de los organismos vivos o de compuestos químicos.

**Compost:** Resultado del proceso biológico que tiene el objetivo de estabilizar e higienizar los residuos orgánicos para que estos puedan ser utilizados como fertilizante.

**Conductividad Eléctrica:** Indica la cantidad de sales disueltas en el sustrato de crecimiento esta medida es importante para determinar la calidad y fertilidad del suelo.

**Fertilizante:** Sustancia rica en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo para mayor desarrollo de cultivos agrícolas.

**Materia orgánica:** Material resultante de la descomposición natural de desechos orgánicos por medio de microorganismos que se encargan en transformar la materia para dar nutrición del suelo.

**Nutrición:** Proceso por el cual los vegetales obtienen y utilizan los nutrientes necesarios para su crecimiento, desarrollo y reproducción.

**Suelo:** Capa superficial de la tierra que está compuesta por minerales, agua, aire y materia orgánica.

## Resumen

**Título:** Estandarización de la Producción del Abono Orgánico Fertimar Mediante Proceso de Compostaje para el Uso Agrícola en el Municipio de Enciso, Santander. \*

**Autor:** Sara Yesenia Toloza Blanco.\*\*

**Palabras Clave:** Materia Orgánica, Agrícola, Abono, nutrición.

**Descripción:** Los abonos orgánicos en Colombia por años han sido un instrumento esencial para el desarrollo del sector agrícola aportando valor nutricional a los suelos fortaleciendo el crecimiento vegetativo en las plantas, por esta razón, surge la necesidad de estandarizar la producción de abono orgánico Fertimar, mediante el proceso de compostaje y referente técnico la NTC 5167 (Colombiana, 2022), para la investigación se empleó la metodología experimental que recolecta datos por autoría propia, para obtener resultados sostenibles en el proceso de elaboración y producción del abono orgánico. Debido a ello se elaboran cuatro conos de compostaje con tratamientos diferentes en cuanto a humedad y volteos para garantizar un monitoreo constante donde se analizó la temperatura, pH, conductividad eléctrica y carbono orgánico con el transcurrir del tiempo se puede observar los cambios del material orgánico donde presenta fases del temperatura alta esto se debe por la actividad de los microorganismos termófilos, como bacterias y hongos que empiezan a degradar la materia orgánica, este proceso exotérmico, es decir libera una gran cantidad de energía en forma de calor aumentando la temperatura de las pilas del compost, luego las bacterias termófilas aumentan la degradación en el material orgánico más complejo para dar paso a la fase de enfriamiento estabilizando los cambios para iniciar el proceso de maduración y cumplir con el tiempo establecido, mediante este monitoreo se pudo observar que los cuatro conos de compostaje tuvieron un desarrollo óptimo hasta lograr su estabilización y completar el tiempo de maduración eliminando patógenos, obteniendo como resultado un abono orgánico con aspecto oscuro, olor a tierra, textura suelta, rico en nutrientes que enriquecen la capa vegetal del suelo para el desarrollo óptimo de las plantas.

---

\*Trabajo de Grado.

\*\*Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia – IPRED. Administración Agroindustrial. Director: Milton César Hernández Rivera. Especialista en Biotecnología Agroambiental.

### Abstract

**Title:** Standardization of the Production of Fertimar Organic Fertilizer Through Composting Process for Agricultural Use in the Municipality of Enciso, Santander.\*

**Author:** Sara Yesenia Toloza Blanco\*\*

**Key Words:** Organic, matter, agriculture, fertilizer, nutrition.

**Description:** Organic fertilizers in Colombia have been an essential tool for the development of the agricultural sector for years, providing nutritional value to the soil and strengthening vegetative growth in plants. For this reason, the need arises to standardize the production of Fertimar organic fertilizer through the composting process and using the technical reference NTC 5167 (Colombiana, 2022). For the research, the experimental methodology was used, collecting data by the author, to obtain sustainable results in the process of elaboration and production of the organic fertilizer. Therefore, four composting cones were prepared with different treatments regarding humidity and turning to ensure constant monitoring. Temperature, pH, electrical conductivity, and organic carbon were analyzed over time. Changes in the organic material were observed, exhibiting phases of high temperature due to the activity of thermophilic microorganisms, such as bacteria and fungi, which begin to degrade the organic matter. This exothermic process releases a large amount of energy in the form of heat, increasing the temperature of the compost piles. Then, the thermophilic bacteria accelerate the degradation of the more complex organic material, leading to a cooling phase that stabilizes the changes and initiates the maturation process, allowing it to reach the established timeframe. Through this monitoring, it was observed that all four composting cones developed optimally, achieving stabilization and completing the maturation period. Pathogens were eliminated, resulting in an organic fertilizer with a dark appearance, an earthy smell, a loose texture, and rich nutrients that enrich the soil's topsoil for optimal plant development.

---

\*Degree Work.

\*\*Institute of Regional Projection and Distance Education-IPRED. Agro-industrial Administration. Director: Milton Cesar Hernandez Rivera. Specialist in Agro-environmental Biotechnology.

## Introducción

Los abonos orgánicos son productos naturales que se fabrican con desechos de las actividades agrícolas, tomándose como aprovechamiento para la creación de subproductos que optimizan la nutrición y desarrollo del suelo, mejorando la fertilidad, aumentando la capacidad de retención de agua, activando microorganismos que contribuyen a reducir el impacto ambiental. El objetivo del trabajo es elaborar un abono orgánico mediante el proceso de compostaje para uso agrícola teniendo como referente técnico para su estandarización la NTC 5167 (Colombiana, 2022). El trabajo se desarrolló en el municipio de Enciso, departamento de Santander por su vocación agrícola y pecuaria ofertando diferentes clases de materias primas de la unidad productiva, para de esta forma transformarlas en material orgánico. Segmentando el uso de los fertilizantes en los agricultores de la provincia García Rovira para la construcción del desarrollo económico de la región aportando conocimiento profesional a la sociedad mediante la producción y elaboración de un producto alternativo, eficiente, agrónomicamente sostenible y ambiental para un mercado nacional e internacional. En el desarrollo del presente proyecto se realiza una metodología experimental que se pueda presentar para dar cumplimiento a la resolución 00150 de 2003 emitida por el ICA (Agropecuario, 2003) para determinar la calidad del abono orgánico por medio de análisis físico, químicos y microbiológicos, cabe mencionar que el análisis microbiológico se contemplo pero por motivo económico no se realizo por que todo corrió por cuenta y costo del investigador ya que estos son mucho mas costosos que los análisis físico quimicos.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Estandarizar el proceso de producción del abono orgánico Fertimar mediante la técnica de compostaje para uso agrícola en el municipio de Enciso Santander.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Establecer el protocolo para la elaboración y producción del abono orgánico Fertimar teniendo como referencia la NTC 5167 (Colombiana, 2022).

Aprovechar los desechos orgánicos más abundantes en la zona para la elaboración del compostaje del abono orgánico Fertimar.

Determinar la relación de la aireación y manejos de humedad en el proceso.

Diseñar las áreas de proceso para la producción del abono Fertimar.

## 2. Cuerpo del Trabajo

### 2.1 Marco Referencial

**Utilidad de los Abonos Orgánicos en el Sector Agrícola:** Los abonos orgánicos se han utilizado desde hace mucho tiempo con la intención de aumentar la fertilidad de los suelos, además de mejorar sus características en beneficio del adecuado desarrollo de las plantas. Hoy en día su uso es de gran importancia, pues han demostrado ser efectivos en el incremento de rendimientos y mejora de la calidad de los productos. Gran número de investigaciones comprueban que la materia orgánica es un componente del suelo de gran relevancia para el desarrollo de los cultivos, desafortunadamente bajo ciertos esquemas de manejo los suelos agrícolas pueden perder gradualmente su contenido de materia orgánica lo cual se manifiesta con una disminución gradual del rendimiento con el paso de los ciclos del cultivo. Cuando a estos suelos se les incorpora algún tipo de material orgánico con el potencial de aportar materia orgánica al suelo la respuesta del cultivo es extraordinaria pudiéndose lograr incrementos de rendimiento hasta de diez veces en algunos casos. La materia orgánica, particularmente cuando proviene de estiércoles contiene importantes cantidades de la mayoría de los nutrientes esenciales para las plantas. (Fertilab, Abonos orgánicos , 2023).

**Indicadores de la Calidad del Suelo:** Los indicadores que miden la calidad del suelo son parámetros que permiten evaluar las propiedades físicas, químicas y biológicas de la superficie terrestre. Estos indicadores se utilizan para cuantificar la fertilidad del suelo y la capacidad del crecimiento de las plantas. (YURY CARLY GUSTIN GOMEZ, 2014).

#### **Indicadores Físicos:**

- Color del suelo que indica el contenido de materia orgánica.

- Textura.
- Estructura.
- Porosidad.
- Infiltración.
- Estabilidad de agregados.

**Indicadores Químicos:**

- pH.
- Conductividad eléctrica.
- Nitratos.
- Capacidad buffer.
- Carbono Orgánico.
- Materia Orgánica.
- Capacidad de intercambio catiónico.

**Indicadores Biológicos:**

- Biomasa microbiana.
- Actividades enzimáticas.
- Grupos funcionales de microflora.
- Composición y diversidad de las comunidades microbianas.
- Lombrices.
- Enzimas del suelo.

**Nutrición Orgánica:** La agricultura orgánica es un enfoque agrícola con el objetivo producir productos sanos y libres de componentes que puedan dañar al ser humano y a la naturaleza. Entre ellos están los pesticidas industriales, insecticidas, fertilizantes, organismos genéticamente modificados, medicamentos químicos, hormonas, potenciadores del crecimiento, etc.

Uno de los principios de la agricultura orgánica es proporcionar alimentos con un valor nutricional óptimo y un mínimo de ingredientes peligrosos, utilizando únicamente sustancias permitidas. Otro principio de la agricultura orgánica es usar un forraje 100% natural para el ganado y su posterior procesamiento sin productos sintéticos.

### ***2.1.1 Técnicas para la Producción de Abonos Orgánicos***

Las técnicas aplicadas a la producción de abonos orgánicos son diversas y buscan transformar residuos orgánicos en fertilizantes que mejoren la calidad del suelo, promoviendo el crecimiento de las plantas entre ellas están:

- ✓ **El método de compostaje:** Proceso aeróbico que convierte materia orgánica en compost a través de la descomposición microbiana.
- ✓ **Lombricultura:** Proceso que utiliza lombrices para descomponer los residuos orgánicos y producir un abono rico en nutrientes mejorando la capa vegetativa del suelo contribuyendo al buen desarrollo de planta en todas sus etapas.
- ✓ **Digestión anaeróbica:** Es el proceso en el que los microorganismos descomponen materia orgánica en ausencia de oxígeno, produciendo biogás y digestato.
- ✓ **Fermentación:** Proceso que utiliza microorganismos para fermentar materiales orgánicos creando productos como el bokashi.

- ✓ **Mulchig:** Aplicación de una capa de material orgánico como paja o hojas secas sobre el suelo para conservar la humedad del suelo suprime malezas y aporta nutrientes a medida que se descompone.
- ✓ **Biochar:** Carbonización de biomasa tales como madera, residuos agrícolas entre otros a altas temperaturas con poco oxígeno, mejora la retención de agua y nutrientes en el suelo y es un medio para capturar carbono.
- ✓ **Abonos líquidos orgánicos:** Preparación de soluciones nutritivas a partir de los restos vegetales o estiércol fermentado en agua.

### ***2.1.2 Cuatro Etapas de la Agricultura Orgánica***

1. **Salud:** El principio de la salud en la agricultura orgánica recomienda evitar los productos químicos peligrosos, cuyos residuos venenosos tienen un impacto negativo en múltiples niveles, afectando a los organismos microscópicos del suelo, a los cultivos, a los animales y a los seres humanos. Un suelo sano produce cosechas sanas y las cosechas sanas fomentan una mente sana en un cuerpo sano, con buena inmunidad, propiedades de regeneración y sin sufrir enfermedades.
2. **Ecología:** Este principio implica la utilización de técnicas respetuosas con el medio ambiente, como las que fomentan la calidad del suelo (evitando el agotamiento, la erosión y la degradación) o la eliminación de la contaminación de la naturaleza. También significa proporcionar condiciones de vida favorables a todos los miembros del ecosistema, ya que están estrechamente interconectados. Las prácticas ecológicas en agricultura orgánica mantienen el equilibrio necesario y ahorran recursos naturales, por ejemplo, restauran la fertilidad del suelo con

materias no sintéticas (abonos verdes y animales), fomentan el reciclaje y la diversidad genética de las especies de la zona.

3. **Equidad:** El principio de equidad en la agricultura orgánica aboga por una actitud decente y respetuosa con todos los agentes implicados: agricultores, proveedores, comerciantes y consumidores. Promueve unas condiciones de trabajo y de vida adecuadas y apoya las necesidades de las personas de disponer de un suministro suficiente de productos alimentarios de calidad. La equidad en agricultura orgánica también sugiere proporcionar una alimentación y un entorno adecuados para el ganado que respondan a su fisiología. Las políticas de precios deben estar justificadas y ser asequibles.
4. **Cuidado:** El principio de cuidado en la agricultura orgánica fomenta un consumo moderado de recursos pensando en las generaciones venideras y en la naturaleza. Las tecnologías agrícolas aplicadas deben ser evaluadas a fondo en cuanto a sus consecuencias negativas. La precaución y una gestión correcta de los riesgos deben guiar cualquier toma de decisiones. Aunque las innovaciones puedan resultar eficaces, los seguidores de la agricultura orgánica prefieren los métodos tradicionales consolidados en el tiempo. Hoy en día, combinan el sentido común, conocimientos fiables, novedades aplicables y experiencia autóctona que se remonta a la era prequímica. (México, 2023).

### ***2.1.3 Propiedades de los Abonos Orgánicos***

Los abonos orgánicos tienen unas propiedades con efecto directo sobre la calidad del suelo, aumentando su fertilidad; entre las principales propiedades encontramos:

- ✓ La mejora de la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- ✓ El incremento de la permeabilidad del suelo, permitiendo mayor profundidad en la filtración de agua de lluvia y/o riego, ya que influye en el drenaje y la aireación de éste.
- ✓ Disminuye la erosión.
- ✓ Aumenta la retención del agua en el suelo en las épocas de calor.
- ✓ Reduce la oscilación del PH.
- ✓ Aumenta la aireación y oxigenación del suelo.
- ✓ Es fuente de energía para microorganismos beneficiosos.
- ✓ Reduce la contaminación de agua y suelos.

**Beneficios al Implementar Abonos Orgánicos:** Al implementar el uso de componentes orgánicos el principal beneficiado es el suelo, este producto le aporta calidad promueve la biodiversidad y reduce el impacto ambiental. Son una alternativa de los fertilizantes químicos que pueden ser perjudiciales para la salud del ser humano y del medio ambiente. Las materias orgánicas mejoran la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua, contribuyen con la acidez del suelo, reducen la contaminación ambiental, disminuyen las emisiones de gases efecto invernadero, suministran nutrientes de manera lenta y continúa aumentando la carga microbiológica en la superficie minimizando los riesgos de sobre fertilización en la agricultura ecológica recuperando suelos muy explotados. (Chima, 2024).

#### ***2.1.4 Tipos de Abonos Orgánicos***

##### **Compost:**

El compostaje es un proceso de descomposición aeróbica que requiere condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos. Dichas poblaciones y actividad microbiana varían en función de los cambios de temperatura, que en el proceso pueden oscilar desde 30-40 °C (fase mesofílica) hasta 70-75 °C (fase termofílica) Aunque el proceso de descomposición aeróbica de los diversos substratos orgánicos sigue la misma tendencia de una función exponencial negativa a través del tiempo, la velocidad de degradación y la proporción de subproductos de partición y síntesis varían en función de las condiciones ambientales (temperatura, humedad, aireación), de la diversidad de las poblaciones microbianas y de la calidad química de los substratos. Puesto que el tema de interés en el presente documento está más relacionado con el tercer grupo de factores, en los siguientes párrafos nos ocuparemos en comentar algunos elementos relacionados con la calidad química de los substratos y su relación con el enriquecimiento de las diferentes fracciones de la materia orgánica del suelo. Los restos vegetales tienen los mismos grupos de sustancias (ceras, grasas, resinas, carbohidratos simples y compuestos, proteínas, ligninas, entre otros); sin embargo, la proporción de éstas en los diferentes materiales es diversa, lo que va a influir en la velocidad de descomposición de los materiales orgánicos cuando ingresan al suelo o cuando son utilizados como materias primas (substratos) para la fabricación de abonos orgánicos mediante procesos de compostaje. La variación en las proporciones de estos compuestos, es un factor de gran peso en la velocidad de descomposición de los residuos orgánicos, así, sustancias de alto peso molecular y de estructura aromática como polifenoles, resinas y ceras son bastante resistentes al embate de los

microorganismos del suelo, a diferencia de otras sustancias de fácil descomposición como los azúcares y compuestos proteicos. (Gutiérrez, 2014).

Los residuos vegetales con elevado contenido de lignina y otros polifenoles son más resistentes a la descomposición que los materiales pobres en estos compuestos y ricos en compuestos nitrogenados fácilmente descomponibles. Al respecto (1981) sostiene que la hojarasca de especies arbóreas con elevada relación C/N y ricas en polifenoles se descompone con relativa lentitud, si se compara con la hojarasca de plantas ricas en nitrógeno y carbohidratos solubles pero pobres en polifenoles, como sucede con los residuos de leguminosas. Durante los procesos de compostaje, el componente más resistente a la descomposición es la lignina y sustancias fenólicas. La lignina es un polímero aromático de unidades de fenilpropano. La heterogeneidad estructural de la lignina constituye su particular resistencia a la degradación microbial. Las lignocelulosas usualmente proveen el principal sustrato de carbono y energía para los microorganismos en la producción de la composta. La lignina es relativamente resistente comparada con la celulosa y hemicelulosa. En muchas lignocelulosas, una proporción de la fracción celulósica está íntimamente enlazada a la lignina haciendo que este componente sólo sea lentamente disponible.

### ***2.1.5 Fases del Compostaje Activo***

- 1. Fase Mesófila:** Elevación de la temperatura inicial. Al comenzar el proceso, la temperatura de la pila aumenta rápidamente debido a la actividad de microorganismos aeróbicos. Esta elevación de la temperatura es un indicador de que el proceso de descomposición ha comenzado.
- 2. Fase Termófila:** La pila de compost alcanza su temperatura máxima, generalmente entre 45 °C y 60 °C. Sin embargo, dependiendo de los materiales usados, las

temperaturas pueden aumentar. Esta temperatura es esencial para descomponer eficazmente la materia orgánica y eliminar patógenos. Se recomienda que la pila esté por lo menos siete días en esta fase para garantizar su sanitización y así obtener un fertilizante inocuo.

3. **Fase de Enfriamiento:** disminución gradual de la temperatura. A medida que el proceso de descomposición continúa y los materiales orgánicos se degradan, la temperatura de la pila de compost comienza a disminuir. Su enfriamiento indica que el compost se está estabilizando y casi está listo para usarse, por lo que hay que ser riguroso con la limpieza y la desinfección de la indumentaria y las herramientas usadas para evitar que la pila se contamine con microorganismos patógenos que crecen a temperatura ambiente.
  
4. **Fase de Maduración:** A medida que avanza el proceso de compostaje, la temperatura comienza a disminuir y el compost se enfría. En esta fase de maduración, los microorganismos (principalmente los hongos) continúan trabajando para estabilizar la materia orgánica. La humedad debe seguir siendo adecuada para garantizar que los microorganismos sigan siendo activos, pero la temperatura generalmente disminuye a niveles cercanos a la temperatura ambiente. La maduración es una etapa crítica para el compost, ya que permite que materiales recalcitrantes se descompongan gradualmente. En esta fase se dan procesos de degradación de polímeros como la lignina, a través de la acción de hongos, que llevan a la formación de ácidos húmicos y fúlvicos denominados comúnmente como humus. (Román, 2013), (AGROSAVIA, 2024).

**Técnica del Compost:** Las técnicas más importantes del compostaje se definen como tiempo del proceso, requisitos de espacio, seguridad higiénica requerida, material de partida ausencia o presencia de material de origen animal y condiciones climáticas del lugar tales como temperatura bajo cero, vientos fuertes, lluvias torrenciales u otros eventos climáticos extremos. Las diferentes técnicas se dividen generalmente en sistemas cerrados y sistemas abiertos, los sistemas abiertos son aquellos que se hacen al aire libre y cerrados los que se hacen sitios bajo techo.

**Características del Compostaje:** Una de las principales características del compostaje es su color negro o marrón, el cual evidencia textura fina y suelta, con un olor a bosque o a tierra, pH neutro, temperatura ambiente y residuos limpios sin ninguna clase de restos. Otra de las características del compostaje orgánico es proceso biológico en el que los residuos orgánicos se descomponen naturalmente, transformándose en un abono orgánico con alto valor nutricional. Este proceso involucra la acción de microorganismos en condiciones aeróbicas y con humedad adecuada convirtiendo los residuos en materia estable útil para el sector agrícola, este implementa en sus actividades material orgánico inocuo para fertilización del suelo antes de la siembra, lo que hace que la capa vegetal se nutra contribuyendo al fortalecimiento y desarrollo de las plantas. (Diana Catalina Vergara Sepúlveda, 2012) .

**Importancia del Compost:** El compost es fundamental para la sostenibilidad ambiental y la agricultura, al reducir cantidad de sustancias químicas, mejora la calidad del suelo lo fertiliza de forma natural fomentando la biodiversidad al punto de evitar gases efecto invernadero los cuales llegan a la atmosfera provocando contaminación. El proceso de compost se convierte en un abono orgánico natural rico en nutrientes minimizando la dependencia de fertilizantes de alto costo, al

implementar en nuestras unidades productivas el proceso de elaboración de compostaje no solo nos beneficia en cuanto a calidad y aprovechamiento de material orgánico, también contribuye a la economía del productor sumado a esto protege la salud pública tanto en humanos como animales y plantas pues al ser aplicado este producto ayuda a que la planta se desarrolle de forma sana al final su resultado son cosechas inocuas libres de contaminantes químicos que afectan a la población siendo ellos el consumidor final. (Sergio Pardo Díaz, 2024).

### **Formas de Compostaje**

- ✓ **Compostaje en montón o pilas:** Se coloca en montón formando pilas el material orgánico para dar inicio a su proceso de descomposición.
- ✓ **Compostaje en caja o contenedor:** Este proceso como su nombre lo dice se hace en caja o contenedor para reducir olores y plagas.
- ✓ **Compostaje en tambor o rotador:** Se realiza en un tambor o rotador que gire regularmente para mezclar los materiales, acelerando el proceso del compost para la obtención rápida del abono orgánico.
- ✓ **Compostaje en vermicompostador:** Se realiza con la ayuda de lombrices que descomponen los residuos orgánicos, produciendo un compost de alta calidad, rápido y eficiente tecnificando las condiciones específicas en las lombrices.
- ✓ **Compostaje en trinchera:** Se realiza en una trinchera o zanja donde se depositan grandes cantidades de material orgánico para inicio de descomposición, requiere de excavación y es lenta la transformación.
- ✓ **Compostaje de avicomposta:** Se aprovecha el residuo de arroz como el gabazo se agrega agua, carbón triturado y levadura para acelerar la descomposición.

- ✓ **Compostaje Bokais:** Se utilizan microorganismos específicos, como el cultivo de levadura y melaza para acelerar la descomposición de los residuos orgánicos, ideal para suelos ácidos o arcillosos.

### **Beneficios del Compostaje**

Contribuye al incremento de materia orgánica de los suelos agrícolas, y por tanto a la mejora de su fertilidad, estructura y retención hídrica, previniendo así su erosión y degradación. Ahorra recursos y de uso de abonos químicos, ya que el compost contiene macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes indispensables para el crecimiento de las plantas. Disminuye la emisión de los gases de efecto invernadero. Con la valorización de los residuos orgánicos como compost, disminuyen las entradas de residuos biodegradables en los depósitos controlados y en las incineradoras, y por tanto las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) debido al proceso de descomposición anaerobia y las emisiones de CO<sub>2</sub> debido al proceso de combustión de los restos orgánicos, respectivamente. Retiene carbono en el suelo, mejorando el potencial del suelo como reservorio de carbono. (LOMBRICULTURA, 2018).

**Estiércol de Animal:** Abono orgánico producido a partir de excrementos de animal como vacas, cerdos y gallinas, rico en nutrientes que ayudan a fertilizar el suelo y puede ser utilizado como fuente de energía en el crecimiento de las plantas.

**Lombricompost:** Abono orgánico producido a partir de la descomposición de materiales orgánicos por lombrices rojas californiana (*Eiseniella fétida*), transforma los residuos en humus para ser utilizados como fertilizantes mejorando la salud del suelo para el crecimiento de material vegetativo.

**Abono Verde:** El abono verde es una práctica agrícola que consiste en cultivar plantas específicas para luego incorporarles al suelo mejorando su fertilidad y estructura. Estas plantas una vez enterradas se descomponen liberando nutrientes para complemento del suelo.

**Bokashi:** Este fertilizante orgánico se elabora a través de un proceso de fermentación aeróbica con residuos orgánicos, se caracteriza por ser una alternativa rápida para obtener abono en comparación con el compostaje, se utiliza para mejorar la fertilidad del suelo.

**Turba:** Material orgánico compuesto principalmente por restos vegetales parcialmente descompuestos, que se acumulan en condiciones de exceso de humedad, bajo oxigenación y acidez. Se forma en turberas, humedales donde se acumula esta materia orgánica.

**Abono de Pescado:** También conocido como harina de pescado o emulsión de pescado, es un fertilizante orgánico que se produce a partir de los residuos del pescado, como espinas, vísceras o el pescado completo, es una excelente fuente de nutrientes especialmente nitrógeno y fósforo, que son esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

**Abono de Algas:** Este producto orgánico se utiliza para mejorar la nutrición y crecimiento de las plantas. Se elabora a partir de extractos de diversas especies de algas marinas especialmente *Ascophyllum nodosum* contiene alta gama de nutrientes, fitohormonas y otros compuestos bioactivos que benefician el crecimiento y la salud de las plantas.

**Harina de Hueso:** Producto obtenido de huesos de animales molidos, utilizado principalmente como fertilizante orgánico para plantas y complemento nutricional para animales, se caracteriza por ser una fuente rica en calcio y fósforo esenciales para el crecimiento y desarrollo de plantas y animales.

**Guano:** Es un sustrato que se utiliza como abono en el sector agrícola, su composición es natural está compuesta por restos de excrementos de aves marinas tales como pingüinos, gaviotas,

focas y murciélagos marinos. Este fertilizante contiene sustancias nutritivas para el crecimiento de las plantas destacando cantidad de fósforo, potasio y nitrógeno.

### ***2.1.6 Como se deben Utilizar los Abonos Orgánicos***

El abono orgánico se puede aplicar de varias formas dependiendo del tipo de cultivo y del estado del suelo. Una técnica común es la incorporación directa al suelo antes de la siembra, otra técnica es la de mulching que consiste en aplicar una capa de abono orgánico en la superficie del suelo alrededor de las plantas para conservar la humedad y añadir nutrientes lentamente a medida que la capa vegetal absorbe el abono. (Romero).

**Dosificación:** Es importante aplicar la cantidad adecuada de abono orgánico para evitar problemas como el exceso de nutrientes que puede ser tan perjudicial como la carencia de los mismo la dosificación depende del tipo de abono y de las necesidades específicas del cultivo de acuerdo al terrino o área.

**Mantenimiento y Seguimiento:** Después de aplicar el abono orgánico es importante un seguimiento del crecimiento y la salud de las plantas. Esto incluye monitorear la presencia de plagas y enfermedades, así como evaluar la efectividad del abono.

### **Ventajas de Usar Abonos Orgánicos**

- **Mejora la calidad del suelo:** El abono orgánico ayuda a aumentar la materia orgánica en el suelo, haciéndolo más fértil y mejorándolo para retener agua y nutrientes. Además, ayuda a reducir la erosión.
- **Proporciona nutrientes de manera natural:** El abono orgánico contiene una variedad de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, como

nitrógeno, fósforo y potasio, que se liberan de manera gradual en el suelo a medida que avanza el proceso de cultivo.

- **Aumenta la actividad biológica en el suelo:** El abono orgánico promueve el crecimiento de microorganismos que son beneficiosos en el suelo, como algunos tipos de bacterias y hongos, ayudando a mejorar notablemente la estructura del suelo y la salud de las plantas y cultivos.
- **No tiene efectos negativos en el medioambiente:** A diferencia de los fertilizantes químicos, el abono orgánico no tiene consecuencias negativas a nivel ambiental, ya que se descompone de manera natural y no contiene componentes químicos que son perjudiciales para el suelo y el aire.
- **Promueve la agricultura sostenible:** El uso de abono orgánico ayuda a reducir la dependencia de los fertilizantes químicos, promoviendo un enfoque sostenible en la agricultura y marcando la diferencia en los distintos tipos de cultivos. (Serrano, 2024).

## 2.2 Método

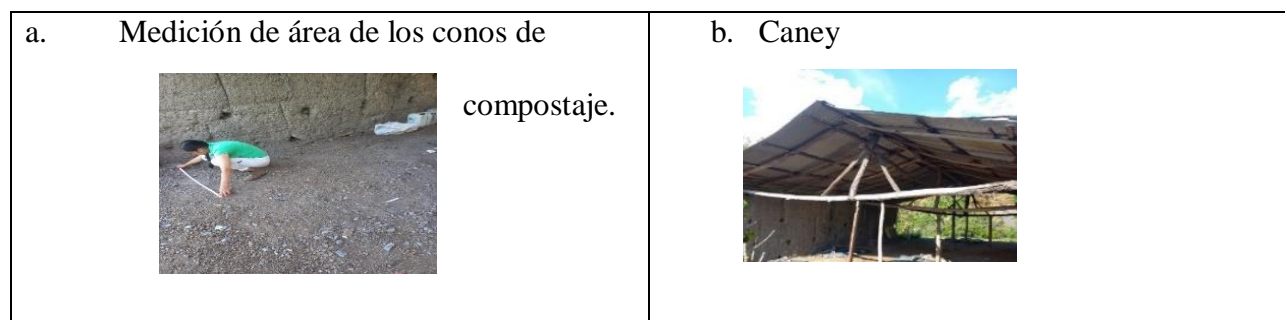
Este proyecto tiene como objetivo estandarizar el proceso de producción del abono orgánico Fertimar mediante la técnica compostaje para uso agrícola en el municipio de Enciso Santander, por medio del método experimental el cual permite investigar de forma científica o tecnológica todo problema, diseñando soluciones por medio de recopilación de datos, para la interpretación de resultados, aplicando la técnica directa en base de esta información y bajo los

estándares de la resolución 150 del 21 de enero de 2003 emitida por el ICA (Agropecuario, 2003) y la NTC 5167 de 2004 actualizada en el año 2022 (Colombiana, 2022).

Al iniciar el proceso de estandarización y producción del abono orgánico Fertimar primero se verifico el área, esta fue trazada de 3 m x 3 m para un área de 9 m<sup>2</sup> por tres metros, donde se hizo la distribución de áreas para preparar los conos según su riqueza inicial, se escoge un área dentro de un caney, con techo y buena aireación, se identifica en la Figura 1, luego se dividió en cuatro partes iguales para dar inicio con el montaje de cada cono, una vez realizado este proceso se continúa con la formulación donde el principal objetivo es que cada muestra tenga exactamente la misma cantidad de materia prima, con la única diferencia en el tratamiento y los volteos para dar inicio al proceso de compostaje hasta su fase final en el día 127.

### Figura 1

*Diseño del área del proceso de compostaje*



*Nota:* Las imágenes mostradas anteriormente nos indican el método que se empleó para diseñar el área para compostar bajo el techo del caney como medida de protección evaluando los procesos de cada fase del compostaje.

**Tabla 1**

*Riqueza de materias primas para establecer la estandarización del cono de compostaje 1,2, con tratamiento de humedad de 30%*

FORMULACIÓN DEL CONO 1,2 CON TRATAMIENTO DE HUMEDAD 30%								
MATERIA	CANTIDAD	FUNCIÓN	FUENTE N	FUENTE C	FUENTE K	ACTIVADOR (SI/NO))	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE INCLUSIÓN	ROL EN LA RELACIÓN C/N
PRIMA			N	C	K	(SI/NO))	INCLUSIÓN	
Agua	8 L	Humectante	No	No	No	Si	Proporciona humedad necesaria para la activación microbiana, esencial para la descomposición y solubilidad de nutrientes.	No afecta directamente la relación C/N, pero es crucial para el proceso de compostaje.
Melaza	4L	Fuente de energía activador	Si	Si	Si	Si	Aporta azúcares simples que estimulan el crecimiento de microorganismos, acelerando la descomposición. También proporciona pequeñas cantidades de N y K.	Disminuye la relación C/N al aportar carbono fácilmente metabolizable y algo de nitrógeno.
Suero bovino	9L	Fuente de N, activador	Si	Si	Si	Si	Rico en proteínas y lactosas, proporciona nitrógeno y carbono para los microorganismos. También contiene minerales y vitaminas que actúan como activadores.	Disminuye significativamente la relación C7N, debido a su alto contenido de nitrógeno.

Cascaras de huevos	6 kg	Aporte de Ca, estructurante	Si	Si	No	No	Principalmente carbonato de calcio, mejora la estructura del compost aporta calcio, zinc y cobre, nutrientes esenciales para las plantas. También contiene pequeñas cantidades de nitrógeno.	Aumenta ligeramente la relación C/N debido a su contenido de carbono, pero el calcio ayuda a la disponibilidad de otros nutrientes.
Yátago (Trichanthera gigantea)	10 kg	Aporte de materia orgánica	Si	Si	Si	No	Aporta materia orgánica diversa, incluyendo celulosa y lignina, que se descomponen lentamente, proporcionando una liberación gradual de nutrientes.	Aumenta la relación C/N debido a su alto contenido de carbono, pero contribuye a la formación de humus.
Yuca	10 kg	Aporte de carbohidratos	Si	Si	Si	No	Rica en almidón, proporciona una fuente de carbono fácilmente disponible para los microorganismos. También aporta pequeñas cantidades de nitrógeno y potasio.	Disminuye la relación C/N al aportar carbono fácilmente metabolizable
Cal	5 kg	Corrector pH	No	No	No	No	Aumenta el pH del compost, lo que favorece la actividad de ciertos microorganismos y ayuda a reducir la acidez	No afecta directamente la relación C/N, pero mejora la disponibilidad de nutrientes al optimizar el pH.
Carbón molido	2 kg	Estructurante absorbente	No	Si	No	No	Mejora la aireación del compost, proporciona una estructura estable y ayuda a retener nutrientes y agua.	Aumenta significativamente la relación C/N debido a su alto contenido de carbono estable

							También puede absorber compuestos tóxicos	
Ceniza	2 kg	Aporte de Oligoelementos	No	No	Si	No	Rica en potasio, magnesio y otros minerales aporta nutrientes esenciales para plantas, también ayuda a aumentar el pH del compost	No afecta directamente la relación C/N, pero mejora el valor nutricional del compost.
Cascaras de arroz	4 kg	Estructurante aireación	Si	Si	Si	No	Mejora la aireación del compost, proporciona una estructura porosa y ayuda a retener humedad. También aporta pequeñas cantidades de nitrógeno, fosforo y potasio.	Aumenta la relación C/N debido a su alto contenido de carbono, pero mejora la estructura del compost.
Madera descompuesta	3 kg	Aporte de materia orgánica	Si	Si	Si	No	Aporta materia orgánica en diferentes etapas de descomposición proporcionando una liberación gradual de nutrientes.	Aumenta la relación C/N debido a su alto contenido de carbono, pero contribuye a la formación de humus.
Cascaras de maracuyá	5 kg	Aporte de materia orgánica	Si	Si	Si	No	Aporta materia orgánica rica en azúcares y ácidos orgánicos, que estimulan la actividad microbiana. También contiene pequeñas cantidades de nitrógeno, fosforo y potasio.	Disminuye la relación C/N al aportar carbono fácilmente metabolizable y algunos nutrientes.
Cascaras de cítricos	5 kg	Aporte de materia orgánica	Si	Si	Si	No	Aporta materia orgánica rica en nutrientes esenciales y ácidos orgánicos que pueden inhibir el	Aumenta ligeramente la relación C/N debido a la presencia de compuestos

							crecimiento de algunos microorganismos. Sin embargo, también aporta nutrientes y mejora la estructura del compost.	orgánicos complejos, pero aporta nutrientes.
Tierra	12 kg	Inoculante estructurante	Si	Si	Si	Si	Aporta microorganismos beneficiosos que ayudan a descomponer la materia orgánica. También mejora la estructura del compost y ayuda a retener la humedad.	Tiende a equilibrar la relación C/N al aportar una mezcla de carbono y nitrógeno, además de microorganismos.
Estiércol de res	12 kg	Aporte de N, activador	Si	Si	Si	Si	Rico en nitrógeno, fosforo y potasio, aporta nutrientes esenciales para las plantas y estimula la actividad microbiana.	Disminuye significativamente la relación C/N debido a su alto contenido de nitrógeno.

**Tabla 2**

*Riqueza de materias primas para establecer la estandarización del cono de compostaje 3,4, con tratamiento de humedad de 50%*

FORMULACIÓN DEL CONO 3,4, CON TRATAMIENTO DE HUMEDAD 50%								
MATERIA PRIMA	CANTIDAD	FUNCIÓN	FUENTE N	FUENTE C	FUENTE K	ACTIVADOR (SI/NO))	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE INCLUSIÓN	ROL EN LA RELACIÓN C/N

Agua	20 L	Humectante	No	No	No	Si	Proporciona humedad necesaria para la activación microbiana, esencial para la descomposición y solubilidad de nutrientes.	No afecta directamente la relación C/N, pero es crucial para el proceso de compostaje.
Melaza	20 L	Fuente de energía activador	Si	Si	Si	Si	Aporta azúcares simples que estimulan el crecimiento de microorganismos, acelerando la descomposición. También proporciona pequeñas cantidades de N y K.	Disminuye la relación C/N al aportar carbono fácilmente metabolizable y algo de nitrógeno.
Suero bovino	20 L	Fuente de N, activador	Si	Si	Si	Si	Rico en proteínas y lactosas, proporciona nitrógeno y carbono para los microorganismos. También contiene minerales y vitaminas que actúan como activadores.	Disminuye significativamente la relación C7N, debido a su alto contenido de nitrógeno.
Cascaras de huevos	6 kg	Aporte de Ca, estructurante	Si	Si	No	No	Principalmente carbonato de calcio, mejora la estructura del compost aporta calcio, zinc y cobre, nutrientes esenciales para las plantas. También contiene pequeñas cantidades de nitrógeno	Aumenta ligeramente la relación C/N debido a su contenido de carbono, pero el calcio ayuda a la disponibilidad de otros nutrientes.
Yátago (Trichanthera gigantea).	10 kg	Aporte de materia orgánica	Si	Si	Si	No	Aporta materia orgánica diversa, incluyendo celulosa y lignina, que se descomponen lentamente,	Aumenta la relación C/N debido a su alto contenido de carbono, pero contribuye a la formación de humus.

							proporcionando una liberación gradual de nutrientes.	
Yuca	10 kg	Aporte de carbohidratos	Si	Si	Si	No	Rica en almidón, proporciona una fuente de carbono fácilmente disponible para los microorganismos. También aporta pequeñas cantidades de nitrógeno y potasio.	Disminuye la relación C/N al aportar carbono fácilmente metabolizable
Cal	5 kg	Corrector pH	No	No	No	No	Aumenta el pH del compost, lo que favorece la actividad de ciertos microorganismos y ayuda a reducir la acidez	No afecta directamente la relación C/N, pero mejora la disponibilidad de nutrientes al optimizar el pH.
Carbón molido	2 kg	Estructurante absorbente	No	Si	No	No	Mejora la aireación del compost, proporciona una estructura estable y ayuda a retener nutrientes y agua. También puede absorber compuestos tóxicos	Aumenta significativamente la relación C/N debido a su alto contenido de carbono estable
Ceniza	2 kg	Aporte de Oligoelementos	No	No	Si	No	Rica en potasio, magnesio y otros minerales aporta nutrientes esenciales para plantas, también ayuda a aumentar el pH del compost	No afecta directamente la relación C/N, pero mejora el valor nutricional del compost.
Cascaras de arroz	4 kg	Estructurante aireación	Si	Si	Si	No	Mejora la aireación del compost, proporciona una estructura porosa y ayuda a retener humedad. También	Aumenta la relación C/N debido a su alto contenido de carbono, pero mejora la estructura del compost.

							aporta pequeñas cantidades de nitrógeno, fosforo y potasio.	
Madera descompuesta	3 kg	Aporte de materia orgánica	Si	Si	Si	No	Aporta materia orgánica en diferentes etapas de descomposición proporcionando una liberación gradual de nutrientes.	Aumenta la relación C/N debido a su alto contenido de carbono, pero contribuye a la formación de humus.
Cascaras de maracuyá	5 kg	Aporte de materia orgánica	Si	Si	Si	No	Aporta materia orgánica rica en azucares y ácidos orgánicos, que estimulan la actividad microbiana. También contiene pequeñas cantidades de nitrógeno, fosforo y potasio.	Disminuye la relación C/N al aportar carbono fácilmente metabolizable y algunos nutrientes.
Cascaras de cítricos	5 kg	Aporte de materia orgánica	Si	Si	Si	No	Aporta materia orgánica rica en nutrientes esenciales y ácidos orgánicos que pueden inhibir el crecimiento de algunos microorganismos. Sin embargo, también aporta nutrientes y mejora la estructura del compost.	Aumenta ligeramente la relación C/N debido a la presencia de compuestos orgánicos complejos, pero aporta nutrientes.
Tierra	12 kg	Inoculante estructurante	Si	Si	Si	Si	Aporta microorganismos beneficiosos que ayudan a descomponer la materia orgánica. También mejora la estructura del compost y ayuda a retener la humedad.	Tiende a equilibrar la relación C/N al aportar una mezcla de carbono y nitrógeno, además de microorganismos.




Estiércol de res	12 kg	Aporte de N, activador	Si	Si	Si	Si	Rico en nitrógeno, fosforo y potasio, aporta nutrientes esenciales para las plantas y estimula la actividad microbiana.	Disminuye significativamente la relación C/N debido a su alto contenido de nitrógeno.
---------------------	-------	---------------------------	----	----	----	----	--	---

La formulación para el abono orgánico como el compost consiste en alternar macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, nutrientes secundarios como calcio, magnesio y azufre, también micronutrientes como hierro, boro, cobre y zinc. Para lograr una riqueza representativa en el compost la relación de materias primas se encuentra descrita en la Tabla 1 y Tabla 2, adicional se observa el método de humedad aplicado en los cuatro conos de compostaje desde el inicio a fin del proceso. Esta formulación procura activar la microbiota ayudando al crecimiento de microorganismos benéficos para el proceso de descomposición.

**Figura 2**

*Selección y pesaje de la materia prima para el proceso de elaboración de los conos de compostaje*

<p>➤ Cascarilla de arroz.</p> 	<p>➤ Suero bovino</p> 	<p>➤ Cascaras de maracuyá</p> 
<p>➤ Cascaras de cítricos</p> 	<p>➤ Madera descompuesta.</p> 	<p>➤ Carbón vegetal molido</p> 
<p>➤ Ceniza</p> 	<p>➤ Trichanthera gigantea yatago</p> 	<p>➤ Cal agrícola</p> 










<p>➤ Cascaras de huevo</p> 	<p>➤ Hojas picadas de yuca</p> 	<p>➤ Estiercol bovino</p> 

Nota: En la Figura 2 podemos observar selección y pesaje de la materia prima para el proceso de elaboración de los conos de compostaje.

**Figura 3**

*Montaje de los cuatro conos de compostaje para dar inicio al proceso de transformación del material orgánico*

<p>➤ Tierra orgánica</p> 	<p>➤ Estiércol Bovino</p> 	<p>➤ Cuerpo de los conos</p> 
--	---	--

 <p>➤ Cono 1 de compostaje</p>	 <p>➤ Cono 2 de compostaje</p>	 <p>➤ Cono 3 de compostaje</p>
 <p>➤ Cono 4 de compostaje</p>	 <p>➤ 4 conos de compostaje</p>	 <p>➤ Mezcla del cono 1</p>
 <p>➤ Mezcla del cono 2</p>	 <p>➤ Mezcla del cono 3</p>	 <p>➤ Mezcla del cono 4</p>

En la elaboración de los cuatro conos de compostaje, ilustrada en la Figura 3, sigue un protocolo estructurado para optimizar la descomposición de la materia orgánica. Inicialmente se deposita tierra y estiércol bovino en el área designada, construyendo un lecho en forma de pozo donde se estrafican los de más materiales orgánicos alternándolos por capas para favorecer la aireación. Los conos 1 y 2 se ajustan a una humedad del 30%, mientras que los conos 3 y 4 se mantienen al 50%, con temperatura en el día cero de 25°C, la textura es gruesa y el color marrón,

finalmente se tapa cada cono con la tierra y el estiércol que quedo al redor del pozo para dar inicio a la activación de la carga microbiana dada en cada fase de descomposición del material orgánico.

**Figura 4**

*Inicio del proceso de compostaje con tratamiento de humedad, temperatura, pH y volteos*

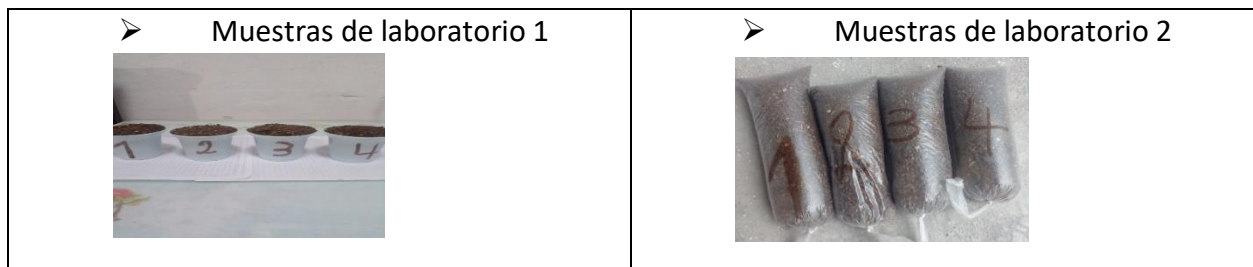
<p>➤ Fase inicial del</p>  <p>compostaje</p>	<p>➤ Método de</p>  <p>humedad</p>	<p>➤ Medición</p>  <p>temperatura</p>
<p>➤ Medición de</p>  <p>pH</p>	<p>➤ Volteos cada 8 días</p> 	<p>➤ Volteos cada 15 días</p> 

En la Figura 4, se documenta el proceso de muestreo de cada uno de los conos de compostaje, diseñados para evaluar la progresión del proceso de descomposición. El muestreo se realiza siguiendo un esquema sistemático, recolectando submuestras de diferentes puntos del cono (superficie, centro y base), para obtener una muestra compuesta representativa, las características evaluadas incluyen, color y textura, humedad, temperatura y pH. Aplicando volteos de ocho y quince días, con el objetivo de airear el material, homogenizar la humedad y temperatura y favorecer la activación microbiana. La frecuencia de los volteos se basa en la monitorización de la temperatura interna de los conos buscando evitar condiciones anaeróbicas que puedan generar olores, el muestreo se lleva a cabo semanalmente en los cuatro conos de compostaje para

monitorear la evolución de los parámetros claves a lo largo del tiempo registrando datos para comparación y análisis desde el día cero hasta el día 127 que termina el proceso.

### Figura 5

*Muestras para laboratorio Químico de consultas industriales para analizar carbono orgánico y conductividad eléctrica*



En la Figura 5, se ilustra la etapa de extracción de muestras de compost orgánico destinadas al análisis en el Laboratorio Químico de Consultas Industriales. Para asegurar la representatividad de la muestra, se aplica un protocolo de muestreo estratificado, recolectando submuestras de diferentes puntos de cada cono de compostaje previamente homogenizado. Cada muestra tiene un peso de 500 kilogramos, se envasa en bolsas de polietileno selladas e identificadas por su respectivo número, las muestras se envían a laboratorio para obtener resultados de carbono orgánico y conductividad eléctrica. Son parámetros fundamentales para evaluar la calidad del compost, ya que refleja la cantidad de materia orgánica estable presente y su potencial para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

**Tabla 3**

*Descripción de los tratamientos establecidos durante el proceso de estandarización del abono Fertimar*

TRATAMIENTO	Humedad	Volteos
Cono 1	30%	8 días
Cono 2	30%	15 días
Cono 3	50%	8 días
Cono 4	50%	15 días

Para cumplir con el proceso de estandarización, se realizó un tratamiento optimo en cada cono garantizando los dos primeros con un contenido de humedad de 30% desde el día cero con volteos el primero de ocho días y el segundo con volteos de quince días, para los conos tres y cuatro se manejó la humedad del 50% desde el día cero con volteos el tercero de ocho días y el cuarto cono con volteos de quince días, se observan los tratamientos en la Tabla 3.

### **2.2.1 Parámetros Evaluados**

Los parámetros monitoreados desde la semana uno y cada ocho días fueron humedad, temperatura y pH, para determinar los anteriores factores en cuanto a la humedad se determinó tomando muestras de cuatrocientos tres gramos, en un recipiente para ser llevadas a estufa a temperatura controlada con constantes movimientos para cuantificar la humedad en cada tratamiento al obtener el peso final se emplea la norma.

Ejemplo: Humedad (%) = ((peso inicial – peso seco) / peso inicial) x100

Peso inicial = 403 gr

Peso final = 280 gr

Calculo:  $403 - 280 / 403 \times 100 = 30 \%$

#### Tabla 4

##### *Fórmula de la humedad*

<b>(Peso Inicial – Peso Final)</b>
<b>Humedad =</b> $\frac{\text{-----}}{\text{Peso Inicial}} \times 100\%$
<b>Humedad : % Porcentaje</b>
<b>Peso Inicial : g Gramos</b>
<b>Peso Final : g Gramos</b>
<b>Fuente NTC 5167</b>

*Nota:* De acuerdo a la referencia de la NTC 5167 (Colombiana, 2022), se toma la fórmula para calcular la humedad del abono orgánico Fertimar. Véase en la Tabla 4.

La temperatura desde la semana uno fue tomada directamente con el termómetro análogo marca Tecnik donde se registran los valores obtenidos de cada lectura llevando la trazabilidad desde la semana cero a la última semana del proceso de compostaje.

El pH se determinó semanalmente tomando una muestra en el tercio medio de cada cono con una profundidad de 40 a 50 cm, se tomaron cincuenta gramos del material en proceso, más cincuenta mililitros de agua, garantizando una pasta de relación 1:1 homogenizándose en un vaso

de vidrio, luego se introdujo hacia el fondo dos tiras de papel tornasol marca MQuant dejándolas a profundidad por un tiempo de uno a dos minutos, una vez ya cumplido se verifica el pH para hacer anotación y llevar el registro.

### ***2.2.2 Muestras a Laboratorio***

Cuando se llegó a los días cincuenta y siete y noventa y uno se toman y envían muestras a el laboratorio Químico de Consultas Industriales (LQCI) para analizar los siguientes parámetros: carbono orgánico oxidable y conductividad eléctrica, con el fin de determinar el comportamiento durante el proceso de producción.

Al cumplirse los 127 días del proceso de estandarización de los cuatros conos de compostaje se verifica que llego a su fase final, una de las principales características es observar textura, olor y color del abono orgánico, seguidamente tomamos cuatro muestras para ser llevadas a laboratorio para realizar la caracterización fisicoquímica según la NTC 5167 (Colombiana, 2022) donde se verifica nivel de cenizas, humedad, pH, riqueza nutricional de elementos mayores, conductividad eléctrica, carbono orgánico entre otros, con esta prueba se verifica las propiedades nutricionales que contiene el abono donde se garantiza calidad, sostenibilidad y veracidad del producto obtenido para llegar de forma innovadora al sector agrícola.

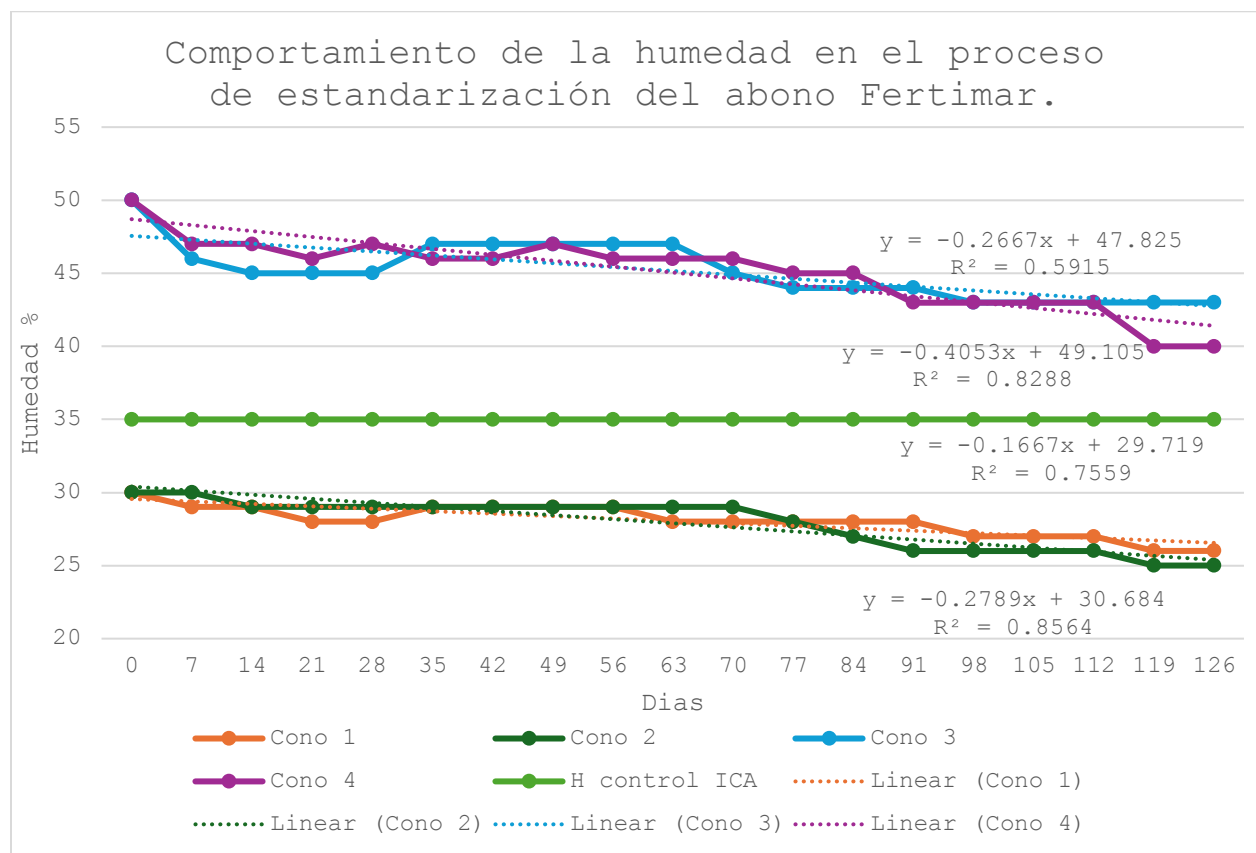
### ***2.2.3 Resultados***

Trascurridos los 127 días de monitoreo de los parámetros humedad, temperatura, pH, Carbono orgánico y conductividad eléctrica, estos parámetros tomado en campo o recibidos de laboratorio se pueden observar en los apéndices de la A al R estos se obtuvieron los siguientes datos de campo para humedad en la Figura 6, se observa un descenso de la humedad en todos los

tratamientos manteniendo cercanía en su contenido entre los conos similares de humedad inicial independiente de los volteos en el tiempo, fueron parecidos el cono 1 y cono 2 al igual que el cono 3 y cono 4 mantuvieron cercanía durante el control establecido.

**Figura 6**

*Comportamiento de humedad en los cuatro conos de compostaje*

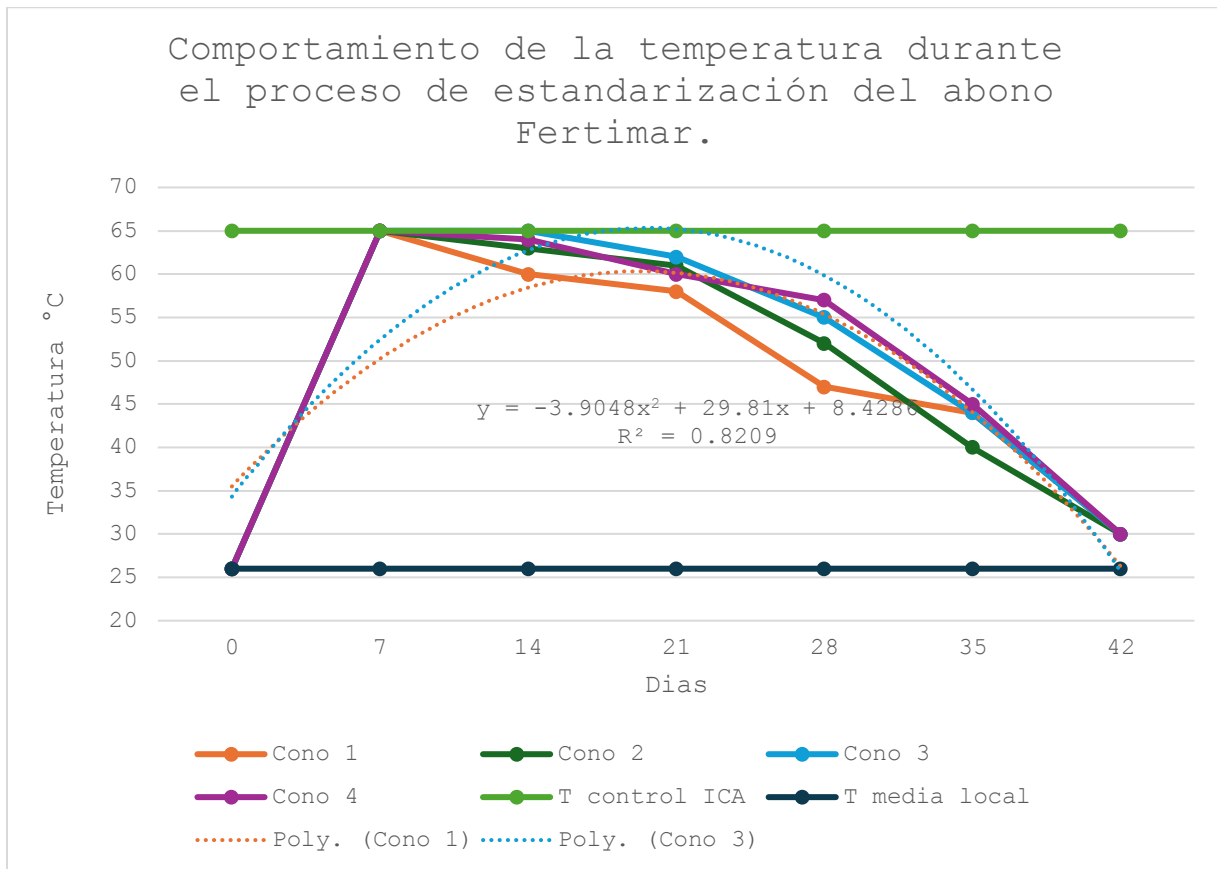


La temperatura se observa en la Figura 7, donde todos los tratamientos desarrollan una curva parabólica comprendida entre los días 0 al 42 de este tiempo en adelante todos los tratamientos mostraron un comportamiento lineal asintótico de una temperatura media de 30 °C

hasta el día 127. El comportamiento térmico durante el proceso de estabilización es riguroso e importante mantenerlo durante los 47 días iniciales del proceso según lo reportan el crecimiento de organismos inicialmente mesófilos interpolando hasta los 4 días y posteriormente el desarrollo de organismos termófilos a temperaturas de 45 °C comprendido entre los días 4 y el día 35 del proceso. Se puede evidenciar en el Apéndice B.

**Figura 7**

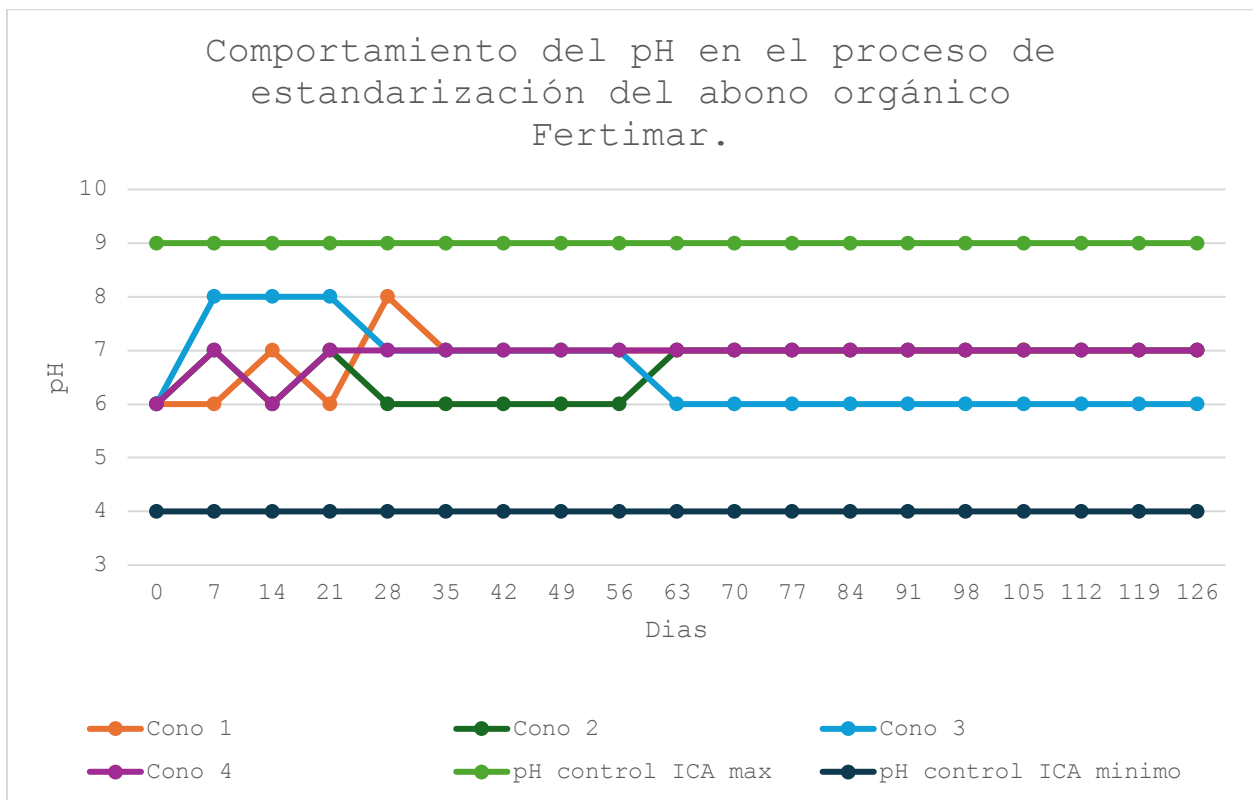
*Comportamiento de la temperatura en los cuatro conos de compostaje de inicio a fin*



En la Figura 8, se observa que desde el día 0 hasta el día 35 se mantiene una estabilización bastante alta en el pH como lo establece el Instituto Colombiano Agropecuario (Agropecuario, 2003), en el día 42 empieza a normalización y se vuelve constante el parámetro de evaluación. Es decir, podríamos afirmar que el pH de estabilización en los conos 1,2 y 4 es de 7 a excepción del cono 3 que a partir de la semana 56 y 63 cayó a un pH de 6 y se mantuvo por el resto del periodo, con este análisis podemos decir que el pH de estabilización está en 7 de acuerdo a los materiales que se emplearon, también se correlaciona tratamiento de humedad y volteos. Se pueden observar en el control del Apéndice C.

**Figura 8**

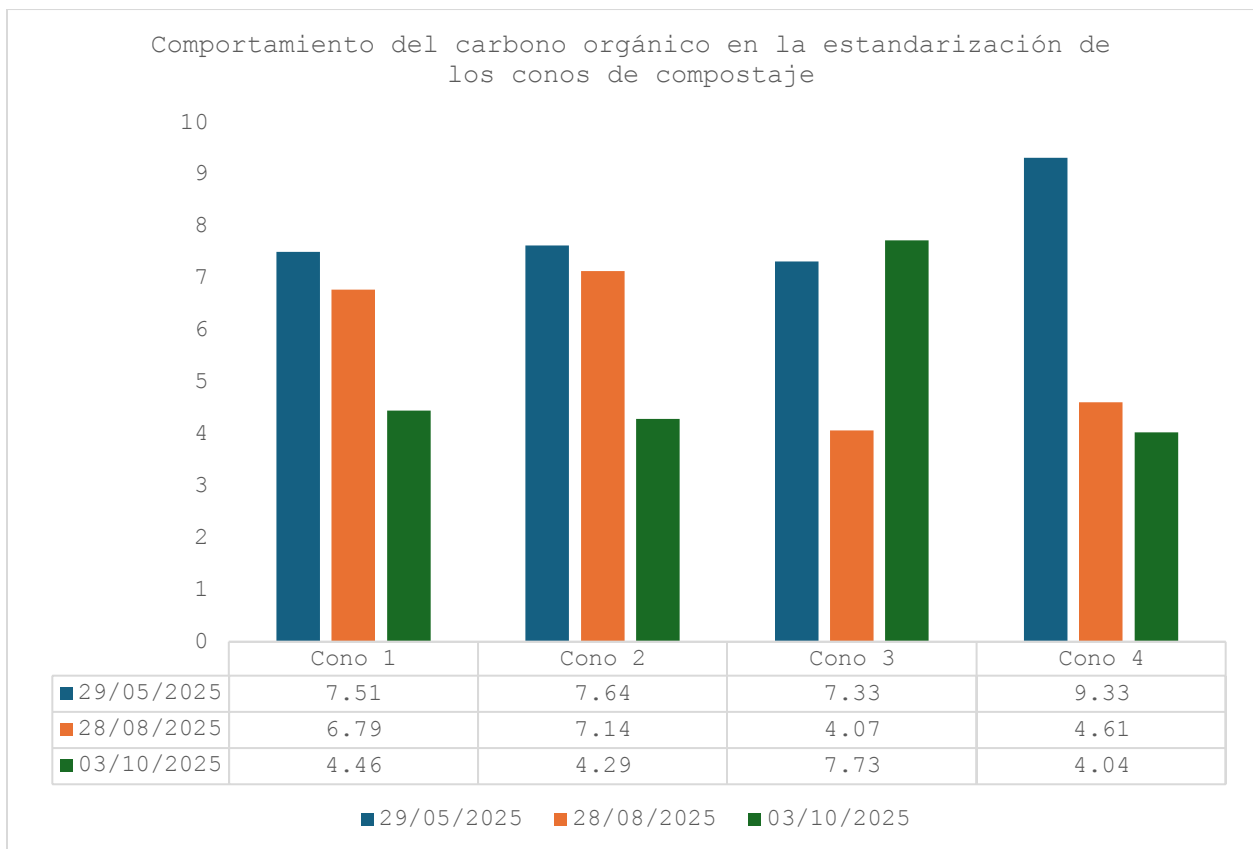
*Comportamiento del pH en los cuatro conos de compostaje*



En la Figura 9, observamos que todos los conos muestran un decrecimiento del carbono orgánico la mayor diferencia de la disminución se de en los conos 3 y 4 que tuvieron humedad del 50%, se asume que hay una actividad metabólica mucho más grande a raíz del buen contenido de humedad comparado con los conos 1 y 2 que tenían humedad del 30%, con volteos cada 8 y 15 días, con mermas de 3 puntos en el cono 3 y en el cono 4 mermas de 4 a 5 puntos. Se relaciona en los *Apéndices D, G, H, I, J, K, L, M, N*.

**Figura 9**

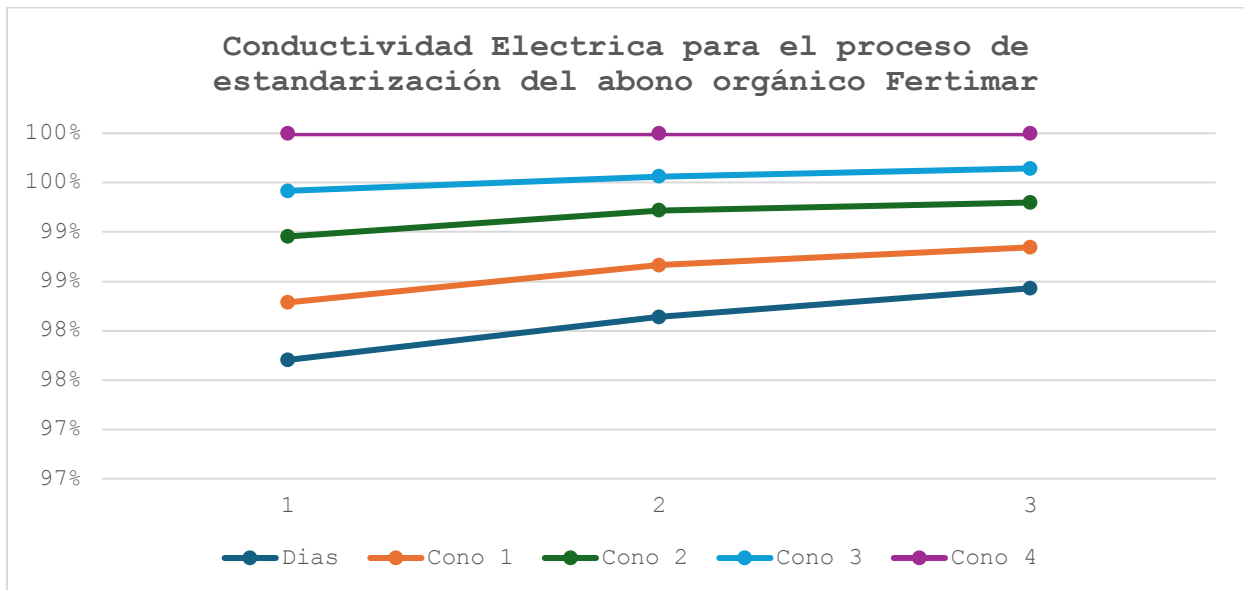
*Comportamiento del carbono orgánico en la estandarización de los conos de compostaje*



La conductividad eléctrica se evaluó para los días 57, 91 y 127, con una diferencia entre los monitoreos de 37 días, al observar Figura 10 la conductividad eléctrica se incrementa en todos los conos a través del tiempo siendo los mayores valores para los conos con humedad del 30% e inferiores en este valor los conos 3 y 4 con humedades de proceso del 50%. Se puede observar el análisis en los Apéndices E, G, H, I, J, K, L, M, N.

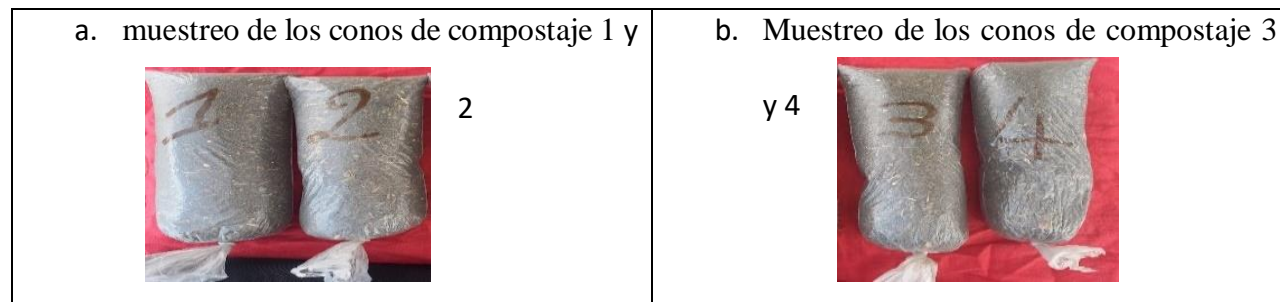
### Figura 10

*Conductividad Eléctrica para el proceso de estandarización de los conos de compostaje*



**Figura 11**

*Muestras de los cuatro conos de compostaje para análisis fisicoquímicos*



En la Figura 11, observamos las muestras de material orgánico cada una con peso de 500 gramos extraídas de los cuatro conos en estudio, en el día 127 terminado el proceso de compostaje, para ser llevadas al Laboratorio Químico de Consultas Industriales para análisis fisicoquímico y así determinar la estandarización del producto.

**Tabla 5**

*Resultados de los análisis fisicoquímicos de los cuatro conos de compostaje*

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS
		S CONO 1	CONO 2	CONO 3	CONO 4
Nitrógeno Total	% N	1,229	1,296	0,960	1,182
Nitrógeno Nítrico	% N	0,246	0,253	0,231	0,231
Fósforo Total	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,804	1,699	1,620	1,870
Potasio Total	% K <sub>2</sub> O	6,453	4,112	3,372	3,068
Calcio Total	% CaO	21,700	22,101	12,397	13,855
Magnesio Total	% MgO	2,561	3,130	2,232	1,970
Azufre Total	% S	0,280	0,309	0,250	0,226









PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS
		S CONO 1	CONO 2	CONO 3	CONO 4
Capacidad de retención de humedad	de %	87,09	89,09	77,01	73,72
pH (Pasta de saturación)	Und. pH	8,42	8,58	8,14	8,03
Conductividad Eléctrica (1:100)	dS/m	0,536	0,586	0,446	0,459
Conductividad Eléctrica (1:200)	dS/m	0,315	0,371	0,224	0,258
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	0,7905	0,6329	0,8006	0,8103
Silicio Total	% SiO <sub>2</sub>	6,05	5,98	4,99	4,79
Sodio Total	% Na	0,413	0,493	0,459	0,356
Carbono Orgánico Oxidable Total	% C	4,46	4,29	7,73	4,04
Humedad	%	7,91	5,40	4,01	4,65
Cenizas	%	67,74	68,37	78,63	73,69
Pérdidas por Volatilización	%	24,35	26,23	17,36	21,66

En la Tabla 5, una vez obtenido los resultados de laboratorio de los cuatro conos de composteje se observa una riqueza nutricional en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y carbono orgánico en las cuatro muestras, de acuerdo a la NTC 5167 (Colombiana, 2022) se analiza que todo abono orgánico y abono orgánico mineral tiene unos parámetros para su identificación en este caso Fertimar se inicio como un abono orgánico, pero al realizar el análisis fisicoquímico y hacer la comparación con la norma técnica colombiana se define que es un abono

orgánico mineral y esto se debe por la variedad de materia orgánica tanto vegetal y animal utilizadas en el desarrollo del abono. Ver resultados en los Apéndices O, P, Q,R.

**Figura 12**

*Peso del resultado final de los cuatro conos de compostaje*

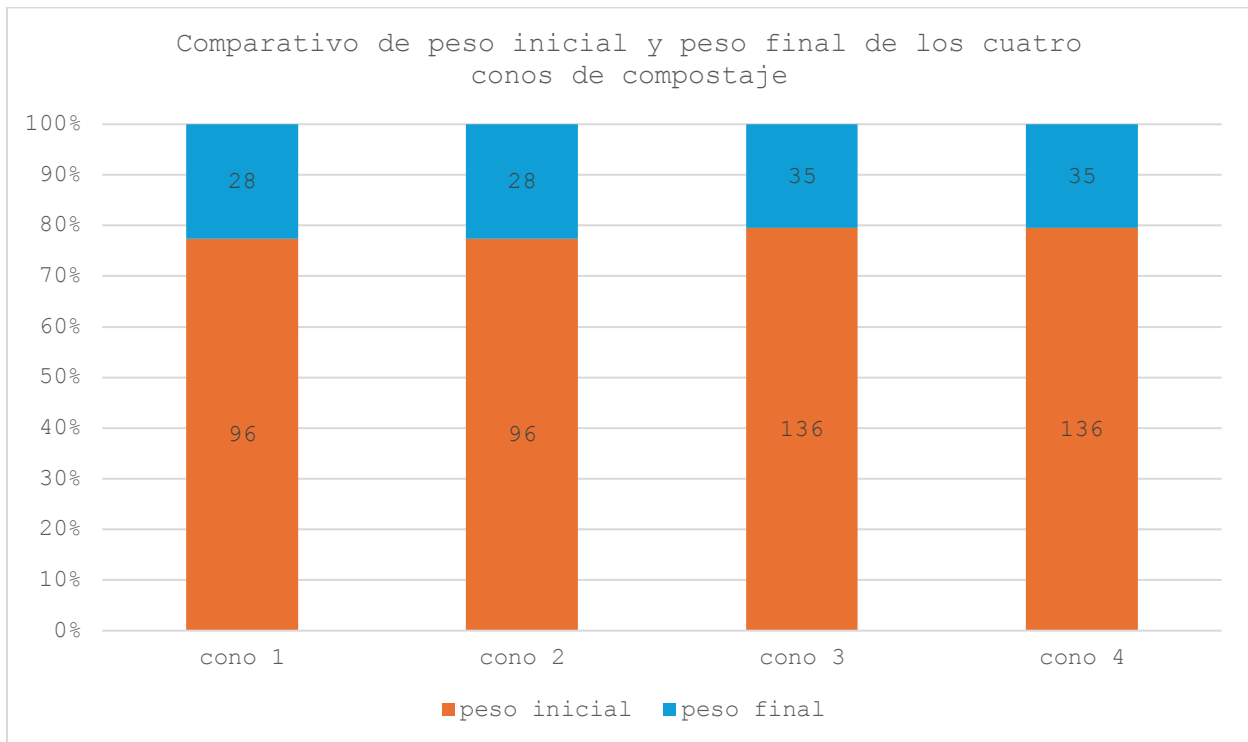
<p>a. Cono 1 inicio del peso</p> 	<p>b. Peso total 28</p> 
<p>c. Cono 2 inicio del peso</p> 	<p>d. Peso total 28</p> 
<p>e. Cono 3 inicio del peso</p> 	<p>f. Peso total 35</p> 
<p>g. Cono 4 inicio del peso</p> 	<p>h. Peso total 35</p> 

En la Figura 12, observamos el registro fotográfico de los cuatro conos de compostaje una vez cumplido los 127 días del proceso de compostaje.

Comparativo del peso final de cada cono de compostaje desde el inicio el cono 1 y 2 tienen peso de 96 kilos y al finalizar el proceso quedaron con 28 kilos de material orgánico. En los conos 3 y 4 iniciaron con peso de 136 kilos y al finalizar quedaron 35 kilos, este proceso se obtiene por que la materia prima entro en proceso de descomposición durante 126 días, lo cual significa pérdida de masa, líquidos y reducción de volumen véase Figura 13 y Apéndice F.

### Figura 13

*Comparativo del peso inicial y el peso final de los cuatro conos de compostaje*



**Figura 14**

*Planta de producción*



En la Figura 14, se representa el diseño de las áreas de la planta para la producción de abono Fertimar.

**Tabla 6***Convenciones distribución del área de la planta Fertimar*

Color	Área de trabajo	Área m <sup>2</sup>
	Recepción de materias primas	62,64
	Selección y pesaje de materias primas	69,36
	Mantenimiento de compostaje	123,13
	Manejo de lixiviados	63
	Tamizaje	198,61
	Empaque y rotulado	73,28
	Almacenamiento	229,94
	Distribución	136,34

En la Tabla 6, se puede observar la distribución por área en metros cuadrados identificada por un color, este sistema permite planificar y gestionar el espacio de la planta de producción.

### **Proyección constructiva de la planta**

Se proyecta la explanación, nivelación de las diferentes áreas con pendientes del 1 al 3% del suelo.

El piso de la planta será tierra pisada, solo el área de producto terminado se aislará mediante el uso de estibas. La cubierta se realizará tomando materiales de la zona para columnas, vigas y cerchas en madera. Las columnas protegidas en el suelo mediante zapatas de concreto y enganche metálico a la madera, cubierta en láminas de zinc. Para las Paredes se reciben materias primas en seguida se realiza selección y pesaje, tendrán como protección o encerramiento polisombra.

Las áreas de mantenimiento de compostaje, tamizaje, empaque y rotulado tendrán una protección perimetral de un muro de 1,50 m de alto y en su parte superior laminas plásticas agrolene con funcionalidad de ventanas y proteger adecuadamente el material de la humedad. La zona de producto terminado tendrá el muro perimetral pero su parte superior contará con láminas de zinc para proteger de la humedad y la radiación directa se preserva el empaque del producto.

**La zona de distribución no gozara de cubierta ni muros perimetrales.**

El manejo de lixiviados se dará por la adecuación y construcción de canales colectores a un tanque receptor solo de lixiviados de 1000 litros de capacidad ubicado en la parte más baja aledaña al área de recepción de materias primas. Los olores tendrán como manejo la construcción de muros de porte medio que permita el tránsito libre de aire evitando su acumulación y ventilación por tener cortinas plásticas y encierros en otras con polisombra. La zona de producto terminado no contara con ventilaciones mayores puesto que ya el producto se ha estabilizado y habría ventilación directa con el área de pesado y empaque como se observa en la el croquis Figura 14.

#### ***2.2.4 Discusión***

El objetivo principal de esta discusión presenta un comparativo de los requisitos establecidos en la NTC 5167 (Colombiana, 2022) y la Resolución 150 de 2003 (Agropecuario, 2003) para los abonos orgánicos y abonos orgánicos minerales, de acuerdo al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), un abono orgánico es un producto derivado de fuentes naturales, que se usa para nutrir plantas y mejorar las propiedades fisicoquímicas y biológicas de los suelos, usualmente a través de procesos de descomposición controlados como el compostaje. El instituto promueve su uso para la eficiencia de los sistemas productivos ha emitido guías para su elaboración

estableciendo normas para productos como la gallinaza, que debe ser sometida a un proceso de sanitizado para eliminar patógenos antes de ser utilizado cumpliendo con las normas de sanidad e inocuidad. Dentro de las características del abono orgánico como primera medida es identificar de donde proviene la materia orgánica de origen animal o vegetal, como el estiércol, residuos orgánicos, restos de poda entre otros, adicionalmente se debe identificar el proceso de transformación, es decir si se produce mediante descomposición de la materia, por acción de microorganismos o por medio de compostaje.

Es importante resaltar el beneficio que tienen los abonos orgánicos para el suelo mejora las propiedades físicas (aireación, retención de agua), químicas (capacidad de intercambio canónico) y biológicas (actividad microbiana benéfica) del suelo. De acuerdo a la NTC 5167 (Colombiana, 2022) los parámetros que deben tener los abonos orgánicos son:

**Tabla 7**

*Parámetros del abono orgánico según la NTC 5167*

Parámetro	Rango NTC	Resultados Fertimar conos de compostaje				Cumple	Fuente
		1	2	3	4		
Contenido de carbono orgánico oxidable total	Mínimo 15%	4,46	4,29	7,73	4,04	Ninguno de los 4 conos cumple	Apéndices O, P, Q, R
pH	Mayor a 4 menor a 9	8,42	8,58	8,14	8,03	Los 4 conos cumplen	Apéndices O, P, Q, R
Nitrógeno (N)	Mayor 1%	1,229	1,296	0,960	1,182	Cumplen los conos 1, 2, 4	Apéndices O, P, R
Fósforo (P)	Mayor 1 %	1,804	1,699	1,620	1,870	Los 4 conos cumplen	Apéndices O, P, Q, R
Potasio (K)	Mayor 1 %	6,453	4,112	3,372	3,068	Los 4 conos cumplen	Apéndices O, P, Q, R
Humedad	Entre 20 % a 30%	7,91	5,40	4,01	4,65	Ningún de los 4 conos cumple	Apéndices O, P, Q, R

Densidad	0,6 g/cm <sup>3</sup>	0,7905	0,6329	0,8006	0,8103	Ninguno de los 4 conos cumple	Apéndices O, P, Q, R
----------	-----------------------	--------	--------	--------	--------	----------------------------------	-------------------------

La NTC 5167 (Colombiana, 2022) establece requisitos para los abonos orgánico- minerales donde busca asegurar la inocuidad y calidad para el uso de este material orgánico en los procesos agrícolas, especificando límites máximos de metales pesados y parametros como el contenido de carbono y nitrógeno. Es decir un abono orgánico mineral es un fertilizante que combina materiales orgánicos, como estiércol, material vegetativo, residuos orgánicos entre otros, el objetivo es obtener los beneficios nutricionales para el suelo y las plantas dentro de las características de los abonos orgánico minerales esta la combinación de nutrientes promoviendo mejor absorción al suelo para un equilibrio sostenido, sus componentes contribuyen a mejorar la estructura del suelo la retención de agua y la actividad microbiana, también producen mayor eficiencia en reducir perdidas de nutrición lo que hace que la capa vegetativa este nutrida para que las plantas absorban y tengan mayor crecimiento radicular estimulando el sistema de las raíces adquiriendo una resistencia para su desarrollo contribuyendo a la producción de alimentos más nutritivos y saludables.

Los abonos orgánicos y orgánicos minerales producen al medio ambiente sostenibilidad ya que mejoran el suelo a largo plazo y disminuyen la dependencia de insumos externos, reduce el uso de agroquímicos ayudando a mayor rentabilidad al aumentar la productividad de los cultivos, lo que a su vez incrementa la rentabilidad para el productor. La NTC para este tipo de abono orgánico mineral también establece una serie de parametros que los podemos observar en la Tabla 7.

**Tabla 8***Parámetros de abono orgánico mineral según la NTC 5167*

Parámetros	Rango NTC	Resultados Fertimar conos				Cumple	Fuente
		1	2	3	4		
Contenido de carbono orgánico	Mínimo 5 %	4,46	4,29	7,73	4,04	Cumple cono 3	Apéndice Q
pH	Entre 5,5 y 8,5	8,42	8,58	8,14	8,03	Cumplen los 4 conos	Apéndices O, P, Q, R
Conductividad eléctrica	Menor 4 dS/m	0,536	0,586	0,446	0,459	Cumplen los 4 conos	Apéndices O, P, Q, R
Nitrógeno (N)	Mínimo 1%	1,229	1,296	0,960	1,182	Cumplen el cono 1, 2, 4	Apéndices O, P, R
Fósforo (P)	Mínimo 0,5%	1,804	1,699	1,620	1,870	Cumplen los 4 conos	Apéndices O, P, Q, R
Potasio (K)	(% 2)	6,453	4,112	3,372	3,068	Cumplen los 4 conos	Apéndices O, P, Q, R
Calcio (Ca)	Mínimo 1%	21,700	22,101	12,397	13,855	Cumplen los 4 conos	Apéndices O, P, Q, R
Magnesio (Mg)	Mínimo 0,5%	2,561	3,130	2,232	1,970	Cumplen los 4 conos	Apéndices O, P, Q, R
Humedad	Máximo 15%	7,91	5,40	4,01	4,65	Cumplen los 4 conos	Apéndices O, P, Q, R
Densidad	Entre 0,6 g/cm <sup>3</sup>	0,7905	0,6329	0,8006	0,8103	Cumplen los 4 conos	Apéndices O, P, Q, R

En la Tabla 8, presenta los parámetros de calidad para abonos orgánicos minerales según la NTC 5167 (Colombiana, 2022), estos parámetros incluyen humedad, pH, nitrógeno, fósforo, potasio y conductividad eléctrica entre otros. De acuerdo a la investigación y al análisis fisicoquímico realizado a los cuatro conos de compostaje podemos analizar de acuerdo a la Norma Técnica Colombia 5167 que el abono cumple con los requisitos establecidos para ser orgánico mineral, garantizando su calidad y seguridad para el uso agrícola lo podemos observar en la Tabla

5, en cono de compostaje número 3, presenta un contenido de carbono orgánico del 7,73% establecido de la NTC 5167 (Colombiana, 2022) para abonos orgánicos (mínimo 15%), Además el producto presenta contenido de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg) dentro de los rangos establecidos para abonos orgánicos minerales. La presencia de los minerales como el silicio y el sodio, así como el alto nivel de conductividad eléctrica sugiere que el producto ha sido enriquecido con minerales encontrados en el material orgánico que se empleó para su estandarización causando una diferencia significativa en abonos convencionales.

### 3. Conclusiones

Tomando como referencia la NTC 5167 (Colombiana, 2022), se estableció un protocolo para la elaboración del abono orgánico Fertimar, cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad requeridos para su uso en la agricultura sostenible. Este protocolo abarca desde la selección de materias primas hasta el envasado final, garantizando la estabilización agronómica, la declaración de origen y el cumplimiento de los parámetros específicos establecidos en la norma, dando cumplimiento al objetivo específico 1.

Mediante el aprovechamiento estratégico de los desechos orgánicos más abundantes en la zona, se ha logrado la elaboración de un compostaje de alta calidad para el abono orgánico Fertimar, este resultado representa un avance significativo en la búsqueda de soluciones innovadoras y sostenibles en la transformación de los residuos y la producción agrícola, al implementar este proceso, se establece un modelo de economía circular evitando que los residuos sean enviados a vertederos. Este proyecto abre nuevas vías de investigación y desarrollo optimizando recursos para el compostaje que es aprovechado en el sector agrícola. La innovación radica en la aceptación de técnicas de compostaje para reducir la huella de carbono, promoviendo una agricultura regenerativa que mejora la salud del suelo y la biodiversidad en la realización de lo propuesto en el objetivo específico 2.

En cumplimiento del objetivo específico número 3, se determina la relación de la aireación y manejos de humedad en el proceso garantizando que los cuatro conos de compostaje iniciaran el desarrollo de descomposición en un área protegida bajo techo, evitando aireación y humedad no controlada. Debido a ello se implementó el tratamiento de humedad para el cono 1 y 2 del 30% y para el cono 3 y 4 el 50 % con volteos para el cono 1, cada 8 días, cada 15 días para el cono 2,

cada 8 días como 3 y cada quince días como 4, de acuerdo a los resultados en cada análisis se determino que la escala recomendable para la humedad del abono orgánico Fertimar es del 50% de humedad con volteos cada 8 días como se presento en el cono número 3.

El diseño de las áreas de la planta de producción del abono orgánico Fertimar, se realizó con un enfoque en la sostenibilidad y la minimización del impacto ambiental donde se piensa utilizar materiales de construcción local y renovables, el modelo también facilita la gestión de los olores y la prevención de contaminación de los ecosistemas.

En el objetivo general se logro estandarizar el proceso de producción del abono orgánico Fertimar mediante la técnica de compostaje para uso agrícola en el municipio de Enciso Santander. El proceso de estandarización incluye la selección de residuos orgánicos, el control de la humedad, aireación el monitoreo de la temperatura y el volteo del material. La estandarización garantizar la calidad del abono, reducir los costos de producción y aumentar la eficiencia del proceso facilitando así su adopción por parte de los agricultores locales, se espera que el uso del abono Fertimar contribuya a mejorar la fertilidad del suelo, a aumentar los rendimientos de los cultivos y a promover el desarrollo agrícola sostenible del municipio de Enciso Santander.

#### **4. Recomendaciones**

Se recomienda continuar con la producción y comercialización a gran escala del abono orgánico mineral, ya que es un producto de alta calidad y con gran potencial de mercado, también es recomendable realizar estudios adicionales para mejorar el proceso de la producción y aumentar la eficiencia y calidad del abono orgánico mineral, también es importante promover el uso en el sector agrícola por ser una alternativa sostenible y viable para mejorar la fertilidad del suelo aumentar la productividad, reducir el impacto ambiental y proteger la salud pública.

### Referencias Bibliográficas

- 1962, D. 1. (21 de Enero de 2003). *Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)*. Obtenido de Resolución 150 de 2003: <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/2003/2003r150>
- 1981, J. (s.f.). *Uso y aprovechamiento de Abonos Orgánicos* . Obtenido de Jenkinson, 1981%20Contribución%20Riesgo%20de%20Contaminación%20de%20Suelo%20por Agropecuario, I. C. (21 de Enero de 2003). *Resolución 150 del 21 de enero de 2003* . Obtenido de <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/2003/2003r150>
- AGROSAVIA, R. (22 de Junio de 2024). *Biblioteca Digital Agropecuaria de Colombia* . Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/1aa7d5ba-c34a-4851-8f4e-b90533015c78/content>
- Chima, L. M. (2024). *Fertilizantes a partir de desechos orgánicos* . Córdoba Colombia : Universidad de Córdoba .
- Colombiana, N. T. (2022). *NTC 5167* . Obtenido de <https://tienda.icontec.org/gp-ntc-productos-para-la-industria-agricola-productos-organicos-usados-como-abonos-o-fertilizantes-y-enmiendas-o-acondicionadores-de-suelo-ntc5167-2022.html>
- Diana Catalina Vergara Sepúlveda, C. C. (1 de Enero de 2012). *Cartilla Técnica de Compostaje* . Obtenidode[https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/1\\_compostaje.pdf](https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/1_compostaje.pdf)

Fertilab.(2023).*Abonos orgánicos* Obtenido de

[https://www.fertilab.com.mx/AdminFertilab/Notas\\_Tecnicas/pdf\\_nota/Los\\_Abonos\\_Organicos.pdf](https://www.fertilab.com.mx/AdminFertilab/Notas_Tecnicas/pdf_nota/Los_Abonos_Organicos.pdf)

Fertilab. (9 de Junio de 2023). *Abonos Orgánicos - Fertilab*. Obtenido de

[https://www.fertilab.com.mx/AdminFertilab/Notas\\_Tecnicas/pdf\\_nota/Los\\_Abonos\\_Organicos.pdf](https://www.fertilab.com.mx/AdminFertilab/Notas_Tecnicas/pdf_nota/Los_Abonos_Organicos.pdf)

Gutiérrez, C. G. (2014). *Manual para la Producción de Abonos Orgánicos y Biorracionales* .

Sinaloa México : Alhambra.

ICA, L. H. (17 de Septiembre de 2013). *Cartilla para la Elaboración de Abono Orgánico*

*Compostado*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/noticias/agricola/el-ica-emite-cartilla-para-la-elaboracion-de-abono>

Jenkinson. (14 de Julio de 1981). *Usos y Aprovechamientos e Inocuidad* . Obtenido de

<file:///E:/Downloads/Usos%20y%20Aprovechamientos%20de%20Abonos%20Orgánicos%20e%20Inocuidad>.

LOMBRICULTURA, G. T. (25 de Octubre de 2018). [https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-](https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)

[UAESP\\_SR.pdf](https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf). Obtenido de [https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)

México, G. P. (12 de Noviembre de 2023). *Agricultura Orgánica Principios y beneficios* . Obtenido

de <https://colombia.pochteca.net/agricultura-organica-en-que-consiste-y-cuales-son-sus-ventajas/#:~:text=suele%20ser%20superior.->

[,4%20principios%20de%20la%20agricultura%20org%C3%A1nica,ambiente%20y%20con%20los%20suelos.](https://colombia.pochteca.net/agricultura-organica-en-que-consiste-y-cuales-son-sus-ventajas/#:~:text=suele%20ser%20superior.-)

Pilar Román, A. P. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf>

Román, P. (2013). *Fases del Compostaje* . Obtenido de Desarrollo del proceso de compostaje : <https://repository.uamerica.edu.co>

Romero, H. A. (s.f.). *Fertilizantes y Bioinsumos* . Obtenido de <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/fertilizantes-y-bio-insumos-agricolas>

Sergio Pardo Díaz, M. S. (20 de 12 de 2024). *Guía de Compostaje para Agricultores* . Obtenido de <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/441/547/2540-1>

Serrano, C. A. (2024). *Plan de negocios para la creación de una empresa productora de abono a partir de las basuras orgánicas producida por las familias y restaurantes de Bucaramanga*. Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander, Facultad de Físico-mecánicas ,Escuela de Estudios Industriales y Empresariales .

YURY CARLY GUSTIN GOMEZ, N. C. (2014). *Evaluación de Calidad del Suelo por Medio de Indicadores en el Sistema de Manejo de Frijol* . Obtenido de [/https://itp.edu.co/ITP2022/wp-content/uploads/2018/08/INDICADORES-DE-CALIDAD-DE-SUELO-SAM-2014.pdf](https://itp.edu.co/ITP2022/wp-content/uploads/2018/08/INDICADORES-DE-CALIDAD-DE-SUELO-SAM-2014.pdf)







**Apéndice D**

*Comportamiento del carbono orgánico en el proceso de estandarización del abono orgánico Fertimar*

	29/05/2025	28/08/2025	03/10/2025
Días	57	91	127
Cono 1	7,51	6,79	4,46
Cono 2	7,64	7,14	4,29
Cono 3	7,33	4,07	7,73
Cono 4	9,33	4,61	4,04

**Apéndice E**

*Comportamiento de Conductividad Eléctrica (1:100) en el proceso de estandarización del abono orgánico Fertimar*

	29/05/2025	28/08/2025	03/10/2025
Días	57	91	127
Cono 1	0,34	0,489	0,536
Cono 2	0,39	0,512	0,586
Cono 3	0,27	0,321	0,446
Cono 4	0,34	0,405	0,459


**Apéndice F**

*Comparativo del peso inicial y peso final de los cuatro conos de compostaje*

Kilogramos	peso inicial	peso final
cono 1	96	28
cono 2	96	28
cono 3	136	35
cono 4	136	35


Apéndice G

Análisis de resultados día 57 como 1, conductividad eléctrica y carbono orgánico

 <p><b>LQCI</b> Laboratorio Químico de Consultas Industriales</p>	<p>Laboratorio Químico de Consultas Industriales</p> <p><b>Post - Analítico</b></p> <p><b>INFORME DE RESULTADOS</b></p>	<p>Código: <b>F-PA-02</b></p> <p>Versión: <b>15</b></p> <p>Última modificación: <b>2024-01-15</b></p>	
<b>INFORME DE ENSAYO INF 25-0665</b>			
<b>Fecha de emisión</b>	2025-06-03	<b>Informe N.º</b> 25-0665	
<b>Fecha de recepción</b>	2025-05-29	<b>Solicitud N.º</b> 25-0665-0668	
<b>1. INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>			
<b>1.1 Información del cliente</b>			
<b>Cliente</b>	Sara Yesenia Toloza Blanco	<b>Contacto</b>	
<b>Dirección</b>	Calle 16 # 13-02	<b>Teléfono</b>	
<b>Correo</b>	yeceniamodel45@hotmail.com	<b>C.C.</b>	
		Sara Toloza 3223798704 1.096.952.089	
<b>1.2 Información del muestreo</b>			
<b>Fecha</b>	27/05/2025	<b>Tipo</b>	
<b>Lugar</b>	Finca Insula Tabacal vereda Agua Blanca Enciso Santander	<b>Muestreo</b>	
<b>Punto</b>	Cono 1	Compuesta Realizado por el Cliente	
<b>Nota:</b> La identificación de la muestra también es información suministrada por el cliente.			
<b>2. INFORMACIÓN DE ENSAYOS</b>			
<b>Abono Orgánico Fertimar - Cono 1 (25-0665)</b>			
<i>Abono Sólido</i>			
<b>Fecha inicial análisis</b>	2025-05-29	<b>Lugar de análisis</b>	
<b>Fecha final análisis</b>	2025-05-30	Edificio EDIC, Laboratorio 702	
<b>Tabla 1. Resultados de ensayos</b>			
Parámetro	Método	Resultado	Unidades
<b>Análisis Físicoquímico</b>			
<b>Carbono Orgánico Oxidable Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-34 Determinación carbono orgánico oxidable total	7,51	% C
<b>Conductividad Eléctrica (1:100)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,34	dS/m
<b>Conductividad Eléctrica (1:200)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,18	dS/m

Apéndice H

Análisis de resultados día 57 como 2, conductividad eléctrica y carbono orgánico

 <p><b>LQCI</b> Laboratorio Químico de Consultas Industriales</p>	Laboratorio Químico de Consultas Industriales	Código: <b>F-PA-02</b>
	<b>Post - Analítico</b>	Versión: <b>15</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Última modificación: <b>2024-01-15</b>

INFORME DE ENSAYO INF 25-0666			
<b>Fecha de emisión</b>	2025-06-03	<b>Informe N.º</b>	25-0666
<b>Fecha de recepción</b>	2025-05-29	<b>Solicitud N.º</b>	25-0665-0668

1. INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE			
1.1 Información del cliente			
<b>Cliente</b>	Sara Yesenia Toloza Blanco	<b>Contacto</b>	Sara Toloza
<b>Dirección</b>	Calle 16 # 13-02	<b>Teléfono</b>	3223798704
<b>Correo</b>	yeceniamodel45@hotmail.com	<b>C.C.</b>	1.096.952.089
1.2 Información del muestreo			
<b>Fecha</b>	27/05/2025	<b>Tipo</b>	Compuesta
<b>Lugar</b>	Finca Insula Tabacal vereda Agua Blanca Enciso Santander	<b>Muestreo</b>	Realizado por el Cliente
<b>Punto</b>	Cono 2		

**Nota:** La identificación de la muestra también es información suministrada por el cliente.

2. INFORMACIÓN DE ENSAYOS			
Abono Orgánico Fertimar - Cono 2 (25-0666)			
<i>Abono Sólido</i>			
<b>Fecha inicial análisis</b>	2025-05-29	<b>Lugar de análisis</b>	Edificio EDIC, Laboratorio 702
<b>Fecha final análisis</b>	2025-05-30		


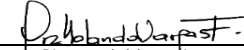
  

Tabla 1. Resultados de ensayos			
Parámetro	Método	Resultado	Unidades
<b>Análisis Físicoquímico</b>			
<b>Carbono Orgánico Oxidable Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-34 Determinación carbono orgánico oxidable total	7,64	% C
<b>Conductividad Eléctrica (1:100)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,39	dS/m
<b>Conductividad Eléctrica (1:200)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,17	dS/m

a) La información de muestreo es proporcionada por el cliente. Por lo tanto, no se realizará referencia alguna al plan y método de muestreo utilizado. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió. b) Los resultados reportados en el presente informe están relacionados exclusivamente a los ítems que han sido sometidos a ensayo. c) Sin la aprobación del laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. d) El laboratorio no es responsable por la información identificada como suministrada por el cliente y su posible afectación en la validez de los resultados.


 Coordinadora de laboratorio Qca. Esp. Bibiana Herrera MP PQ-3003	 Directora de laboratorio Qca. M.Sc. Luz Yolanda Vargas Fiallo MP PQ-1144
---	---

<b>Fin del informe</b>
------------------------

Apéndice I

Análisis de resultados día 57 cono 3, conductividad eléctrica y carbono orgánico

	Laboratorio Químico de Consultas Industriales	Código: <b>F-PA-02</b>
	<b>Post - Analítico</b>	Versión: <b>15</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Última modificación: <b>2024-01-15</b>

INFORME DE ENSAYO INF 25-0667		
<b>Fecha de emisión</b>	2025-06-03	<b>Informe N.º</b> 25-0667
<b>Fecha de recepción</b>	2025-05-29	<b>Solicitud N.º</b> 25-0665-0668

1. INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE	
1.1 Información del cliente	
<b>Cliente</b>	Sara Yesenia Toloza Blanco
<b>Dirección</b>	Calle 16 # 13-02
<b>Correo</b>	yeceniamodel45@hotmail.com
<b>Contacto</b>	Sara Toloza
<b>Teléfono</b>	3223798704
<b>C.C.</b>	1.096.952.089
1.2 Información del muestreo	
<b>Fecha</b>	27/05/2025
<b>Lugar</b>	Finca Insula Tabacal vereda Agua Blanca Enciso Santander
<b>Punto</b>	Cono 3
<b>Tipo</b>	Compuesta
<b>Muestreo</b>	Realizado por el Cliente

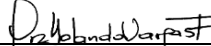
**Nota:** La identificación de la muestra también es información suministrada por el cliente.

2. INFORMACIÓN DE ENSAYOS	
Abono Orgánico Fertimar - Cono 3 (25-0667)	
<i>Abono Sólido</i>	
<b>Fecha inicial análisis</b>	2025-05-29
<b>Fecha final análisis</b>	2025-05-30
<b>Lugar de análisis</b>	Edificio EDIC, Laboratorio 702

Tabla 1. Resultados de ensayos			
Parámetro	Método	Resultado	Unidades
<b>Análisis Físicoquímico</b>			
<b>Carbono Orgánico Oxidable Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-34 Determinación carbono orgánico oxidable total	7,33	% C
<b>Conductividad Eléctrica (1:100)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,27	dS/m
<b>Conductividad Eléctrica (1:200)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,14	dS/m

a) La información de muestreo es proporcionada por el cliente. Por lo tanto, no se realizará referencia alguna al plan y método de muestreo utilizado. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió. b) Los resultados reportados en el presente informe están relacionados exclusivamente a los ítems que han sido sometidos a ensayo. c) Sin la aprobación del laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. d) El laboratorio no es responsable por la información identificada como suministrada por el cliente y su posible afectación en la validez de los resultados.


  
 Coordinadora de laboratorio  
 Qca. Esp. Bibiana Herrera  
 MP PQ-3003

  
 Directora de laboratorio  
 Qca. M.Sc. Luz Yolanda Vargas Fiallo  
 MP PQ-1144

Fin del informe

Apéndice J

Análisis de resultados día 57 cono 4, conductividad eléctrica y carbono orgánico

 <p><b>LQCI</b> Laboratorio Químico de Consultas Industriales</p>	Laboratorio Químico de Consultas Industriales	Código: <b>F-PA-02</b>
	<b>Post - Analítico</b>	Versión: <b>15</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Última modificación: <b>2024-01-15</b>

INFORME DE ENSAYO INF 25-0668			
<b>Fecha de emisión</b>	2025-06-03	<b>Informe N.º</b>	25-0668
<b>Fecha de recepción</b>	2025-05-29	<b>Solicitud N.º</b>	25-0665-0668

1. INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE			
1.1 Información del cliente			
<b>Cliente</b>	Sara Yesenia Toloza Blanco	<b>Contacto</b>	Sara Toloza
<b>Dirección</b>	Calle 16 # 13-02	<b>Teléfono</b>	3223798704
<b>Correo</b>	yeceniamodel45@hotmail.com	<b>C.C.</b>	1.096.952.089
1.2 Información del muestreo			
<b>Fecha</b>	27/05/2025	<b>Tipo</b>	Compuesta
<b>Lugar</b>	Finca Insula Tabacal vereda Agua Blanca Enciso Santander	<b>Muestreo</b>	Realizado por el Cliente
<b>Punto</b>	Cono 4		

**Nota:** La identificación de la muestra también es información suministrada por el cliente.

2. INFORMACIÓN DE ENSAYOS			
Abono Orgánico Fertimar - Cono 4 (25-0668)			
<i>Abono Sólido</i>			
<b>Fecha inicial análisis</b>	2025-05-29	<b>Lugar de análisis</b>	Edificio EDIC, Laboratorio 702
<b>Fecha final análisis</b>	2025-05-30		



  

Tabla 1. Resultados de ensayos			
Parámetro	Método	Resultado	Unidades
Análisis Físicoquímico			
<b>Carbono Orgánico Oxidable Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-34 Determinación carbono orgánico oxidable total	9,33	% C
<b>Conductividad Eléctrica (1:100)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,34	dS/m
<b>Conductividad Eléctrica (1:200)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,15	dS/m

**a)** La información de muestreo es proporcionada por el cliente. Por lo tanto, no se realizará referencia alguna al plan y método de muestreo utilizado. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió. **b)** Los resultados reportados en el presente informe están relacionados exclusivamente a los ítems que han sido sometidos a ensayo. **c)** Sin la aprobación del laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. **d)** El laboratorio no es responsable por la información identificada como suministrada por el cliente y su posible afectación en la validez de los resultados.



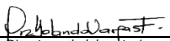
 Coordinadora de laboratorio Qca. Esp. Bibiana Herrera MP PQ-3003	 Directora de laboratorio Qca. M.Sc. Luz Yolanda Vargas Fiallo MP PQ-1144
---	---

<b>Fin del informe</b>
------------------------



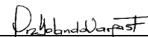
Apéndice K

Análisis de resultados día 97 como 1, conductividad eléctrica y carbono orgánico

 <p><b>LQCI</b> Laboratorio Químico de Consultas Industriales</p>	Laboratorio Químico de Consultas Industriales	Código: <b>F-PA-03</b>	
	Post - Analítico (PA)	Versión: <b>02</b>	
	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	Última modificación: <b>2024-09-18</b>	
<b>INFORME DE ENSAYO INF 25-1293</b> Número de registro ICA: LB000772022 Fecha de vencimiento del registro: 28 de Diciembre de 2032			
<b>Fecha de emisión</b>	2025-09-10	<b>Informe N.º</b> 25-1293	
<b>Fecha de recepción</b>	2025-08-28	<b>Solicitud N.º</b> 25-1293-1296	
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>			
<b>Información de contacto del cliente</b>			
<b>Cliente</b>	Sara Yesenia Toloza Blanco	<b>Contacto</b> Sara Toloza	
<b>Dirección</b>	Calle 16 # 13-02	<b>Teléfono</b> 3223798704	
<b>Correo</b>	yeceniamodel45@hotmail.com	<b>C.C.</b> 1.096.952.089	
<b>Información del muestreo</b>			
<b>Fecha</b>	2025-08-28	<b>Tipo</b> Compuesta	
<b>Lugar</b>	Finca Insula Tabacal vereda Agua Blanca Enciso Santander	<b>Muestreo</b> Realizado por el Cliente	
<b>Punto</b>	Cono 1		
<b>Identificación de la muestra</b>			
<b>Abono Orgánico Fertimar-Cono 1</b> Abono orgánico sólido			
<b>INFORMACIÓN DE ENSAYOS MUESTRA (25-1293)</b>			
<b>Fecha inicial análisis</b>	2025-09-02	<b>Lugar de análisis</b> Edificio EDIC, Laboratorio 702	
<b>Fecha final análisis</b>	2025-09-05		
<b>Tabla 1. Resultados de ensayos</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Estado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>
<b>Análisis Físicoquímico</b>			
<b>Carbono Orgánico Oxidable Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-34 Determinación carbono orgánico oxidable total	6,79	% C
<b>Conductividad Eléctrica (1:100)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,489	dS/m
<b>Conductividad Eléctrica (1:200)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,240	dS/m
<sup>1</sup> Temperatura de la lectura de pH: <b>25.0 °C</b>			
<p><b>a)</b> Cuando la información de muestreo es proporcionada por el cliente, no se realizará referencia alguna al plan y método de muestreo utilizado. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió. <b>b)</b> Los resultados reportados en el presente informe están relacionados exclusivamente a los ítems que han sido sometidos a ensayo. <b>c)</b> Sin la aprobación del laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. <b>d)</b> El laboratorio no es responsable por la información identificada como suministrada por el cliente y su posible afectación en la validez de los resultados.</p>			
 Coordinadora de laboratorio Qca. Esp. Bibiana Herrera MP PQ-3003 REVISO		 Directora de laboratorio Qca. M.Sc. Luz Yolanda Vargas Fiallo MP PQ-1144 AUTORIZO	
<b>Fin del informe</b>			


Apéndice L

Análisis de resultados día 97 cono 2, Conductividad eléctrica y Carbono orgánico

 <p><b>LQCI</b> Laboratorio Químico de Consultas Industriales</p>	Laboratorio Químico de Consultas Industriales	Código: <b>F-PA-03</b>	
	<b>Post - Analítico (PA)</b>	Versión: <b>02</b>	
	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	Última modificación: <b>2024-09-18</b>	
<b>INFORME DE ENSAYO INF 25-1294</b> Número de registro ICA: LB0000772022 Fecha de vencimiento del registro: 28 de Diciembre de 2032			
<b>Fecha de emisión</b>	2025-09-10	<b>Informe N.º</b> 25-1294	
<b>Fecha de recepción</b>	2025-08-28	<b>Solicitud N.º</b> 25-1293-1296	
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>			
<b>Información de contacto del cliente</b>			
<b>Cliente</b>	Sara Yesenia Toloza Blanco	<b>Contacto</b> Sara Toloza	
<b>Dirección</b>	Calle 16 # 13-02	<b>Teléfono</b> 3223798704	
<b>Correo</b>	yeceniamodel45@hotmail.com	<b>C.C.</b> 1.096.952.089	
<b>Información del muestreo</b>			
<b>Fecha</b>	2025-08-28	<b>Tipo</b> Compuesta	
<b>Lugar</b>	Finca Insula Tabacal vereda Agua Blanca Enciso Santander	<b>Muestreo</b> Realizado por el Cliente	
<b>Punto</b>	Cono 2		
<b>Identificación de la muestra</b>			
<b>Abono Orgánico Fertimar-Cono 2</b> Abono orgánico sólido			
<b>INFORMACIÓN DE ENSAYOS MUESTRA (25-1294)</b>			
<b>Fecha inicial análisis</b>	2025-09-02	<b>Lugar de análisis</b>	
<b>Fecha final análisis</b>	2025-09-05	Edificio EDIC, Laboratorio 702	
<b>Tabla 1. Resultados de ensayos</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Estado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>
<b>Análisis Físicoquímico</b>			
<b>Carbono Orgánico Oxidable Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-34 Determinación carbono orgánico oxidable total	7,14	% C
<b>Conductividad Eléctrica (1:100)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,512	dS/m
<b>Conductividad Eléctrica (1:200)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,339	dS/m
<sup>1</sup> Temperatura de la lectura de pH: <b>25.0 °C</b>			
a) Cuando la información de muestreo es proporcionada por el cliente, no se realizará referencia alguna al plan y método de muestreo utilizado. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió. b) Los resultados reportados en el presente informe están relacionados exclusivamente a los ítems que han sido sometidos a ensayo. c) Sin la aprobación del laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. d) El laboratorio no es responsable por la información identificada como suministrada por el cliente y su posible afectación en la validez de los resultados.			
 Coordinadora de Laboratorio Qca. Esp. Bibiana Herrera MP PQ-3003 REVISÓ		 Directora de Laboratorio Qca. M.Sc. Luz Yolanda Vargas Fiallo MP PQ-1144 AUTORIZO	
<b>Fin del informe</b>			



Apéndice M

Análisis de resultado día 97, con 3 Conductividad eléctrica y Carbono orgánico

 <p><b>LQCI</b> Laboratorio Químico de Consultas Industriales</p>	Laboratorio Químico de Consultas Industriales	Código: <b>F-PA-03</b>	
	Post - Analítico (PA)	Versión: <b>02</b>	
	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	Última modificación: <b>2024-09-18</b>	
<b>INFORME DE ENSAYO INF 25-1295</b> Número de registro ICA: LB0000772022 Fecha de vencimiento del registro: 28 de Diciembre de 2032			
<b>Fecha de emisión</b>	2025-09-10	<b>Informe N.º</b> 25-1295	
<b>Fecha de recepción</b>	2025-08-28	<b>Solicitud N.º</b> 25-1293-1296	
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>			
<b>Información de contacto del cliente</b>			
<b>Cliente</b>	Sara Yesenia Toloza Blanco	<b>Contacto</b>	
<b>Dirección</b>	Calle 16 # 13-02	<b>Teléfono</b>	
<b>Correo</b>	yeceniamodel45@hotmail.com	<b>C.C.</b>	
		Sara Toloza 3223798704 1.096.952.089	
<b>Información del muestreo</b>			
<b>Fecha</b>	2025-08-28	<b>Tipo</b>	
<b>Lugar</b>	Finca Insula Tabacal vereda Agua Blanca Enciso Santander	<b>Muestreo</b>	
<b>Punto</b>	Cono 3	Realizado por el Cliente	
<b>Identificación de la muestra</b>			
<b>Abono Orgánico Fertimar- Cono 3</b> Abono orgánico sólido			
<b>INFORMACIÓN DE ENSAYOS MUESTRA (25-1295)</b>			
<b>Fecha inicial análisis</b>	2025-09-02	<b>Lugar de análisis</b>	
<b>Fecha final análisis</b>	2025-09-05	Edificio EDIC, Laboratorio 702	
<b>Tabla 1. Resultados de ensayos</b>			
Parámetro	Estado	Resultado	Unidades
<b>Carbono Orgánico Oxidable Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-34 Determinación carbono orgánico oxidable total	4,07	% C
<b>Conductividad Eléctrica (1:100)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,320	dS/m
<b>Conductividad Eléctrica (1:200)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,231	dS/m

<sup>1</sup> Temperatura de la lectura de pH: **25.0 °C**




a) Cuando la información de muestreo es proporcionada por el cliente, no se realizará referencia alguna al plan y método de muestreo utilizado. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió. b) Los resultados reportados en el presente informe están relacionados exclusivamente a los ítems que han sido sometidos a ensayo. c) Sin la aprobación del laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. d) El laboratorio no es responsable por la información identificada como suministrada por el cliente y su posible afectación en la validez de los resultados.

 Coordinadora de laboratorio Qca. Esp. Bibiana Herrera MP PQ-3003 <b>REVISO</b>	 Directora de laboratorio Qca. M.Sc. Luz Yolanda Vargas Fiallo MP PQ-1144 <b>AUTORIZO</b>
--	--

**Fin del informe**


Apéndice N

Análisis de resultados día 97 como 4, Conductividad eléctrica y Carbono orgánico

 <p><b>LQCI</b> Laboratorio Químico de Consultas Industriales</p>	Laboratorio Químico de Consultas Industriales	Código: <b>F-PA-03</b>	
	<b>Post - Analítico (PA)</b>	Versión: <b>02</b>	
	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	Última modificación: <b>2024-09-18</b>	
<b>INFORME DE ENSAYO INF 25-1296</b> Número de registro ICA: LB0000772022 Fecha de vencimiento del registro: 28 de Diciembre de 2032			
<b>Fecha de emisión</b>	2025-09-10	<b>Informe N.º</b> 25-1296	
<b>Fecha de recepción</b>	2025-08-28	<b>Solicitud N.º</b> 25-1293-1296	
<b>INFORMACION SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>			
<b>Información de contacto del cliente</b>			
<b>Cliente</b>	Sara Yesenia Toloza Blanco	<b>Contacto</b> Sara Toloza	
<b>Dirección</b>	Calle 16 # 13-02	<b>Teléfono</b> 3223798704	
<b>Correo</b>	yeceniamodel45@hotmail.com	<b>C.C.</b> 1.096.952.089	
<b>Información del muestreo</b>			
<b>Fecha</b>	2025-08-28	<b>Tipo</b> Compuesta	
<b>Lugar</b>	Finca Insula Tabacal vereda Agua Blanca Enciso Santander	<b>Muestreo</b> Realizado por el Cliente	
<b>Punto</b>	Cono 4		
<b>Identificación de la muestra</b>			
<b>Abono Orgánico Fertimar- Cono 4</b> Abono orgánico sólido			
<b>INFORMACIÓN DE ENSAYOS MUESTRA (25-1296)</b>			
<b>Fecha inicial análisis</b>	2025-09-02	<b>Lugar de análisis</b>	
<b>Fecha final análisis</b>	2025-09-05	Edificio EDIC, Laboratorio 702	
<b>Tabla 1. Resultados de ensayos</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Estado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>
<b>Análisis Físicoquímico</b>			
<b>Carbono Orgánico Oxidable Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-34 Determinación carbono orgánico oxidable total	4,60	% C
<b>Conductividad Eléctrica (1:100)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,405	dS/m
<b>Conductividad Eléctrica (1:200)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,297	dS/m
<sup>1</sup> Temperatura de la lectura de pH: <b>25.0 °C</b>			
<p><b>a)</b> Cuando la información de muestreo es proporcionada por el cliente, no se realizará referencia alguna al plan y método de muestreo utilizado. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió. <b>b)</b> Los resultados reportados en el presente informe están relacionados exclusivamente a los ítems que han sido sometidos a ensayo. <b>c)</b> Sin la aprobación del laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad. <b>d)</b> El laboratorio no es responsable por la información identificada como suministrada por el cliente y su posible afectación en la validez de los resultados.</p>			
 Coordinadora de laboratorio Qca. Esp. Bibiana Herrera MP PQ-3003 REVISÓ		 Directora de laboratorio Qca. M.Sc. Luz Yolanda Vargas Fiallo MP PQ-1144 AUTORIZÓ	
<b>Fin del informe</b>			


Apéndice O

Análisis de resultados físicoquímico, cono 1

		Laboratorio Químico de Consultas Industriales <b>Post - Analítico (PA)</b> <b>INFORME DE ENSAYO</b>		Código: <b>F-PA-03</b> Versión: <b>02</b> Última modificación: <b>2024-09-18</b>	
<b>INFORME DE ENSAYO INF 25-1564</b> <small>Número de registro ICA: LB0000772022                  Fecha de vencimiento del registro: 28 de Diciembre de 2032</small>					
Fecha de emisión		2025-10-22		Informe N.º 25-1564	
Fecha de recepción		2025-10-03		Solicitud N.º 25-1564-1567	
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>					
<b>Información de contacto del cliente</b>					
<b>Cliente</b>	Sara Yesenia Toloza Blanco			<b>Contacto</b>	Sara Toloza
<b>Dirección</b>	Calle 16 # 13-02			<b>Teléfono</b>	3223798704
<b>Correo</b>	yeceniamodel45@hotmail.com			<b>C.C.</b>	1.096.952.089
<b>Información del muestreo</b>					
<b>Fecha</b>	2025-10-03			<b>Tipo</b>	Compuesta
<b>Lugar</b>	Finca Insula Tabacal vereda Agua Blanca Enciso Santander			<b>Muestreo</b>	Realizado por el Cliente
<b>Punto</b>	Cono 1				
<b>Identificación de la muestra</b>					
<b>Abono Orgánico Fertimar-Cono 1</b> <small>Abono orgánico sólido</small>					
<b>INFORMACIÓN DE ENSAYOS MUESTRA (25-1564)</b>					
Fecha inicial análisis		2025-10-07		Lugar de análisis	
Fecha final análisis		2025-10-22		Edificio EDIC, Laboratorio 702	
<b>Tabla 1. Resultados de ensayos</b>					
Parámetro	Estado	Resultado	Unidades		
<b>Análisis Físicoquímico</b>					
<b>Nitrógeno Total</b>	Método Kjeldahl, P-DA-46 Determinación nitrógeno total, amoniacal y nítrico	1,229	% N		
<b>Nitrógeno Nítrico</b>	Método Kjeldahl, P-DA-46 Determinación nitrógeno total, amoniacal y nítrico	0,246	% N		
<b>Fósforo Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-41 Determinación fósforo total	1,804	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
<b>Potasio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos	6,453	% K <sub>2</sub> O		
<b>Calcio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos	21,700	% CaO		
<b>Magnesio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos	2,561	% MgO		
<b>Azufre Total</b>	Turbidimétrico, P-DA-45 Determinación metales en abonos	0,280	% S		
<b>Capacidad de retención de humedad</b>	Gravimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	87,09	%		
<b>pH (Pasta de saturación)</b>	Potenciométrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	8,42	Und. pH		
<b>Conductividad Eléctrica (1:100)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,536	dS/m		
<b>Conductividad Eléctrica (1:200)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,315	dS/m		
<b>Densidad</b>	Gravimétrico, P-DA-36 Determinación densidad	0,7905	g/cm <sup>3</sup>		
<b>Silicio Total</b>	Gravimétrico, P-DA-47 Determinación silicio total y soluble	6,05	% SiO <sub>2</sub>		
<b>Sodio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos	0,413	% Na		
<b>Carbono Orgánico Oxidable Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-34 Determinación carbono orgánico oxidable total	4,46	% C		
<b>Humedad</b>	Gravimétrico, P-DA-44 Determinación humedad	7,91	%		
<b>Cenizas</b>	Gravimétrico, P-DA-35 Determinación cenizas y pérdidas por volatilización	67,74	%		
<b>Pérdidas por Volatilización</b>	Gravimétrico, P-DA-35 Determinación cenizas y pérdidas por volatilización	24,35	%		



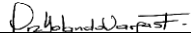
Apéndice P

Análisis de resultados fisicoquímicos cono 2

	Laboratorio Químico de Consultas Industriales <b>Post - Analítico (PA)</b> <b>INFORME DE ENSAYO</b>	Código: <b>F-PA-03</b> Versión: <b>02</b> Última modificación: <b>2024-09-18</b>		
<b>INFORME DE ENSAYO INF 25-1565</b> Número de registro ICA: LB0000772022 Fecha de vencimiento del registro: 28 de Diciembre de 2032				
Fecha de emisión	2025-10-22	Informe N.º	25-1565	
Fecha de recepción	2025-10-03	Solicitud N.º	25-1564-1567	
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>				
<b>Información de contacto del cliente</b>				
<b>Cliente</b>	Sara Yesenia Toloza Blanco	<b>Contacto</b>	Sara Toloza	
<b>Dirección</b>	Calle 16 # 13-02	<b>Teléfono</b>	3223798704	
<b>Correo</b>	yeceniamodel45@hotmail.com	<b>C.C.</b>	1.096.952.089	
<b>Información del muestreo</b>				
<b>Fecha</b>	2025-10-03	<b>Tipo</b>	Compuesta	
<b>Lugar</b>	Finca Insula Tabacal vereda Agua Blanca Enciso Santander	<b>Muestreo</b>	Realizado por el Cliente	
<b>Punto</b>	Cono 2			
<b>Identificación de la muestra</b>				
<b>Abono Orgánico Fertimar-Cono 2</b> Abono orgánico sólido				
<b>INFORMACIÓN DE ENSAYOS MUESTRA (25-1565)</b>				
Fecha Inicial análisis	2025-10-07	Lugar de análisis	Edificio EDIC, Laboratorio 702	
Fecha final análisis	2025-10-22			
<b>Tabla 1. Resultados de ensayos</b>				
Parámetro	Estado		Resultado	Unidades
	Análisis Fisicoquímico			
<b>Nitrógeno Total</b>	Método Kjeldahl, P-DA-46 Determinación nitrógeno total, amoniacal y nítrico		1,296	% N
<b>Nitrógeno Nítrico</b>	Método Kjeldahl, P-DA-46 Determinación nitrógeno total, amoniacal y nítrico		0,253	% N
<b>Fósforo Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-41 Determinación fósforo total		1,699	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>Potasio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos		4,112	% K <sub>2</sub> O
<b>Calcio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos		22,101	% CaO
<b>Magnesio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos		3,130	% MgO
<b>Azufre Total</b>	Turbidimétrico, P-DA-45 Determinación metales en abonos		0,309	% S
<b>Capacidad de retención de humedad</b>	Gravimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica		89,09	%
<b>pH (Pasta de saturación)</b>	Potenciométrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica		8,58	Und. pH
<b>Conductividad Eléctrica (1:100)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica		0,586	dS/m
<b>Conductividad Eléctrica (1:200)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica		0,371	dS/m
<b>Densidad</b>	Gravimétrico, P-DA-36 Determinación densidad		0,6329	g/cm <sup>3</sup>
<b>Silicio Total</b>	Gravimétrico, P-DA-47 Determinación silicio total y soluble		5,98	% SiO <sub>2</sub>
<b>Sodio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos		0,493	% Na
<b>Carbono Orgánico Oxidable Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-34 Determinación carbono orgánico oxidable total		4,29	% C
<b>Humedad</b>	Gravimétrico, P-DA-44 Determinación humedad		5,40	%
<b>Cenizas</b>	Gravimétrico, P-DA-35 Determinación cenizas y pérdidas por volatilización		68,37	%
<b>Pérdidas por Volatilización</b>	Gravimétrico, P-DA-35 Determinación cenizas y pérdidas por volatilización		26,23	%


Apéndice Q

Análisis de resultados fisicoquímicos cono 3

	Laboratorio Químico de Consultas Industriales <b>Post - Analítico (PA)</b> <b>INFORME DE ENSAYO</b>	Código: <b>F-PA-03</b> Versión: <b>02</b> Última modificación: <b>2024-09-18</b>	
<b>INFORME DE ENSAYO INF 25-1566</b> <small>Número de registro ICA: LB0000772022                  Fecha de vencimiento del registro: 28 de Diciembre de 2032</small>			
<b>Fecha de emisión</b>	2025-10-22	<b>Informe N.º</b> 25-1566	
<b>Fecha de recepción</b>	2025-10-03	<b>Solicitud N.º</b> 25-1564-1567	
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>			
<b>Información de contacto del cliente</b>			
<b>Cliente</b>	Sara Yesenia Toloza Blanco	<b>Contacto</b>	
<b>Dirección</b>	Calle 16 # 13-02	<b>Teléfono</b>	
<b>Correo</b>	yeceniamodel45@hotmail.com	<b>C.C.</b>	
<b>Información del muestreo</b>			
<b>Fecha</b>	2025-10-03	<b>Tipo</b>	
<b>Lugar</b>	Finca Insula Tabacal vereda Agua Blanca Enciso Santander	<b>Muestreo</b>	
<b>Punto</b>	Cono 3	Realizado por el Cliente	
<b>Identificación de la muestra</b>			
<b>Abono Orgánico Fertimar- Cono 3</b> <small>Abono orgánico sólido</small>			
<b>INFORMACIÓN DE ENSAYOS MUESTRA (25-1566)</b>			
<b>Fecha inicial análisis</b>	2025-10-07	<b>Lugar de análisis</b>	
<b>Fecha final análisis</b>	2025-10-22	Edificio EDIC, Laboratorio 702	
<b>Tabla 1. Resultados de ensayos</b>			
Parámetro	Estado	Resultado	Unidades
<b>Análisis Fisicoquímico</b>			
<b>Nitrógeno Total</b>	Método Kjeldahl, P-DA-46 Determinación nitrógeno total, amoniacal y nítrico	0,960	% N
<b>Nitrógeno Nítrico</b>	Método Kjeldahl, P-DA-46 Determinación nitrógeno total, amoniacal y nítrico	0,231	% N
<b>Fósforo Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-41 Determinación fósforo total	1,620	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>Potasio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos	3,372	% K <sub>2</sub> O
<b>Calcio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos	12,397	% CaO
<b>Magnesio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos	2,232	% MgO
<b>Azufre Total</b>	Turbidimétrico, P-DA-45 Determinación metales en abonos	0,250	% S
<b>Capacidad de retención de humedad</b>	Gravimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	77,01	%
<b>pH (Pasta de saturación)</b>	Potenciométrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	8,14	Und. pH
<b>Conductividad Eléctrica (1:100)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,446	dS/m
<b>Conductividad Eléctrica (1:200)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,224	dS/m
<b>Densidad</b>	Gravimétrico, P-DA-36 Determinación densidad	0,8006	g/cm <sup>3</sup>
<b>Silicio Total</b>	Gravimétrico, P-DA-47 Determinación silicio total y soluble	4,99	% SiO <sub>2</sub>
<b>Sodio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos	0,459	% Na
<b>Carbono Orgánico Oxidable Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-34 Determinación carbono orgánico oxidable total	7,73	% C
<b>Humedad</b>	Gravimétrico, P-DA-44 Determinación humedad	4,01	%
<b>Cenizas</b>	Gravimétrico, P-DA-35 Determinación cenizas y pérdidas por volatilización	78,63	%
<b>Pérdidas por Volatilización</b>	Gravimétrico, P-DA-35 Determinación cenizas y pérdidas por volatilización	17,36	%
 Coordinadora de laboratorio Qca. Esp. Bibiana Herrera MP PQ-3003 REVISO	 Directora de laboratorio Qca. M.Sc. Luz Yolanda Vargas MP PQ-1144 AUTORIZO		

Apéndice R

Análisis de resultados fisicoquímicos, cono 4

		Laboratorio Químico de Consultas Industriales <b>Post - Analítico (PA)</b> <b>INFORME DE ENSAYO</b>		Código: <b>F-PA-03</b> Versión: <b>02</b> Última modificación: <b>2024-09-18</b>	
<b>INFORME DE ENSAYO INF 25-1567</b> <small>Número de registro ICA: LB0000772022                  Fecha de vencimiento del registro: 28 de Diciembre de 2032</small>					
<b>Fecha de emisión</b>		2025-10-22		<b>Informe N.º</b> 25-1567	
<b>Fecha de recepción</b>		2025-10-03		<b>Solicitud N.º</b> 25-1564-1567	
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>					
<b>Información de contacto del cliente</b>					
<b>Cliente</b>	Sara Yesenia Toloza Blanco			<b>Contacto</b>	Sara Toloza
<b>Dirección</b>	Calle 16 # 13-02			<b>Teléfono</b>	3223798704
<b>Correo</b>	yeceniamodel45@hotmail.com			<b>C.C.</b>	1.096.952.089
<b>Información del muestreo</b>					
<b>Fecha</b>	2025-10-03			<b>Tipo</b>	Compuesta
<b>Lugar</b>	Finca Insula Tabacal vereda Agua Blanca Enciso Santander			<b>Muestreo</b>	Realizado por el Cliente
<b>Punto</b>	Cono 4				
<b>Identificación de la muestra</b>					
<b>Abono Orgánico Fertimar- Cono 4</b> Abono orgánico salido					
<b>INFORMACIÓN DE ENSAYOS MUESTRA (25-1567)</b>					
<b>Fecha inicial análisis</b>		2025-10-07		<b>Lugar de análisis</b>	
<b>Fecha final análisis</b>		2025-10-22		Edificio EDIC, Laboratorio 702	
<b>Tabla 1. Resultados de ensayos</b>					
Parámetro	Estado	Resultado	Unidades		
<b>Análisis Fisicoquímico</b>					
<b>Nitrógeno Total</b>	Método Kjeldahl, P-DA-46 Determinación nitrógeno total, amoniacal y nítrico	1,182	% N		
<b>Nitrógeno Nítrico</b>	Método Kjeldahl, P-DA-46 Determinación nitrógeno total, amoniacal y nítrico	0,231	% N		
<b>Fósforo Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-41 Determinación fósforo total	1,870	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
<b>Potasio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos	3,068	% K <sub>2</sub> O		
<b>Calcio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos	13,855	% CaO		
<b>Magnesio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos	1,970	% MgO		
<b>Azufre Total</b>	Turbidimétrico, P-DA-45 Determinación metales en abonos	0,226	% S		
<b>Capacidad de retención de humedad</b>	Gravimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	73,72	%		
<b>pH (Pasta de saturación)</b>	Potenciométrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	8,03	Und. pH		
<b>Conductividad Eléctrica (1:100)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,459	dS/m		
<b>Conductividad Eléctrica (1:200)</b>	Conductivimétrico, P-DA-39 Determinación capacidad de retención de agua, pH y conductividad eléctrica	0,258	dS/m		
<b>Densidad</b>	Gravimétrico, P-DA-36 Determinación densidad	0,8103	g/cm <sup>3</sup>		
<b>Silicio Total</b>	Gravimétrico, P-DA-47 Determinación silicio total y soluble	4,79	% SiO <sub>2</sub>		
<b>Sodio Total</b>	Absorción Atómica, P-DA-45 Determinación metales en abonos	0,356	% Na		
<b>Carbono Orgánico Oxidable Total</b>	Espectrofotométrico, P-DA-34 Determinación carbono orgánico oxidable total	4,04	% C		
<b>Humedad</b>	Gravimétrico, P-DA-44 Determinación humedad	4,65	%		
<b>Cenizas</b>	Gravimétrico, P-DA-35 Determinación cenizas y pérdidas por volatilización	73,69	%		
<b>Pérdidas por Volatilización</b>	Gravimétrico, P-DA-35 Determinación cenizas y pérdidas por volatilización	21,66	%		