



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

CARRERA DE AGRONOMÍA

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE RESIDUOS VEGETALES  
Y ESTIERCOL ANIMAL EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST  
EN EL CANTÓN LA MANÁ”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero (a) agrónomo (a)

### **AUTORES:**

Elian Ezequiel Castro Otero  
Keyla Izamar Gavilanez Castro

### **TUTOR:**

Ing. Alex Enrique Salazar Saltos Msc.

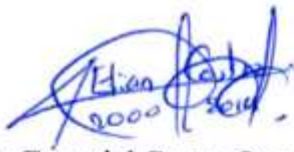
LA MANÁ-ECUADOR  
FEBRERO-2024

## DECLARACIÓN DE AUTORIA

Castro Otero Elian Ezequiel, con cédula de ciudadanía No. 0503675043, Gavilanez Castro Keyla Izamar, con cedula de ciudadanía No. 0550281695, declaramos ser autores del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE RESIDUOS VEGETALES Y ESTIÉRCOL ANIMAL EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST EN EL CANTÓN LA MANÁ”**, siendo el Ing. Alex Enrique Salazar Saltos Msc., Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

La Maná, febrero 22 del 2024



Elian Ezequiel Castro Otero  
C.C: 0503675043



Keyla Izamar Gavilanez Castro  
C.C: 0550281695

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En la calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

**“EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE RESIDUOS VEGETALES Y ESTIÉRCOL ANIMAL EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST EN EL CANTÓN LA MANÁ”**, de Castro Otero Elian Ezequiel; Gavilanez Castro Keyla Izamar, de la carrera de Agronomía, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

La Maná, 22 de febrero del 2024



Alex Enrique Salazar Saltos

C.C: 1803595584

**TUTOR**

## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná; por cuanto, los postulantes: Castro Otero Elian Ezequiel; Gavilanez Castro Keyla Izamar, con el título del proyecto de investigación: **“EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE RESIDUOS VEGETALES Y ESTIÉRCOL ANIMAL EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST EN EL CANTÓN LA MANÁ”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación


Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, 22 de febrero del 2024

Para constancia firman:

  
Wellington Jean Pincay Ronquillo  
C.C: 12063845586  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

  
Kleber Augusto Espinosa Cunuhay  
C.C: 0502612740  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

  
Jonathan Bismar López Bósquez  
C.C/1205419292  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecer de manera infinita a nuestro tutor y guía de tesis, Ing. Alex Enrique Salazar Saltos Msc., por su paciencia y disposición a orientarnos a lo largo de este proceso de aprendizaje.*

*También agradecer al Ing. Wellington Pincay Msc., y los docentes de la carrera de agronomía que nos infundieron conocimientos a lo largo de los años, a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná por darnos la oportunidad de ampliar nuestros conocimientos y formarnos como profesionales.*

***Elian***

***Keyla***

### **DEDICATORIA**

*Dedicado Dios por permitir que esto sea posible, a mis padres Andres y Monserrate, por el amor inmenso, sacrificio y el apoyo incondicional brindándome un ejemplo de superación, humildad y sacrificio, a mis hermanas y familia por todo su apoyo, a mis amigos porque estaban conmigo en cada etapa dándome fuerzas a mi compañera porque formamos un excelente equipo de trabajado.*

***Elian***

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo principalmente a Dios por haberme dado la vida y el permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres Jorge y Aracely, que han estado presentes desde el primer momento en que nací, a mi hermana Edith a mis abuelos, a mi familia que siempre han estado dispuestos a brindarme su ayuda, a mis amigos, a mi compañero de trabajo por su apoyo incondicional.*

**Keyla**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## EXTENSIÓN LA MANÁ

### TITULO: “EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE RESIDUOS VEGETALES Y ESTIÉRCOL ANIMAL EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST EN EL CANTÓN LA MANÁ”

**Autores:**  
**Castro Otero Elian Ezequiel**  
**Gavilanez Castro Keyla Izamar**

#### RESUMEN

La producción de abonos orgánicos permite reutilizar el material orgánico, ayudando a reducir la contaminación, evitando inconvenientes como olores y emisiones de gases perjudiciales, por lo cual la Universidad Técnica de Cotopaxi a través del Proyecto de Vinculación “Fortalecimiento de la producción hortofrutícola mediante un enfoque agroecológico en el Cantón La Maná”, aporta mejorar la utilización de residuos de mercado, por lo cual la presente investigación a fin de contribuir al proyecto, evaluó la producción de compost mediante el aprovechamiento de residuos vegetales y estiércol bovino en el Cantón La Maná, realizado en el centro experimental “La Playita”, para ello se emplearon 5 tratamientos, en donde se establecieron diversas combinaciones de material orgánico (desechos vegetales y estiércol animal) para el proceso de compostaje, cada tratamiento contó con 4 repeticiones, se utilizó un diseño de bloque completo al azar (BCA) y se aplicó la prueba de rango múltiple de tukey al 95 % de confianza, las variables se evaluaron durante 15 semanas y fueron: temperatura, pH, conductividad eléctrica, volumen cosecha (kg) y la fertilidad mineral del abono. La mayor temperatura se registró en la semana 3 denominada fase II (Termófila), con promedios de 37.45 °C a 38.95 °C en los 5 tratamientos, donde el pH era bajo con promedios de 4.66 a 5.65, demostrando que a una mayor temperatura el pH tiende a bajar y como resultado final cada uno de los tratamientos en la semana 15 alcanzaron una temperatura entre los 25° donde el pH se neutralizó a 6.9, y una conductividad final entre los 2.04 a 3.61 siendo los rangos óptimos desde 0.5 a 4 de un buen compost, en cuanto a volumen el que más bajo fue el T5=V 200 kg por repetición con un volumen de 800 kg totales obtenido cosecha total de 245 kg, dando mejores resultados nutricionales en el T2 con mayor N y K, y el T5 mayor P y Ca.

**Palabras claves:** abonos, compost, estiércol, mineral, vegetales.



**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**EXTENSION LA MANÁ**

**THEM: “STRENGTHENING OF HORTICULTURAL PRODUCTION THROUGH  
AN AGROECOLOGICAL APPROACH IN EL CANTON LA MANÁ”,**

**Author:**  
**Castro Otero Elian Ezequiel**  
**Gavilanez Castro Keyla Izamar**

**ABSTRACT**

The production of organic fertilizers allows to reuse organic material, helping to reduce pollution by avoiding inconveniences such as odors and harmful gas emissions, for this reason the Technical University of Cotopaxi through the Linkage Project called "Strengthening fruit and vegetable production through an agroecological approach in La Maná Canton ", contributes to improve the use of market waste. Therefore, the present research with the main objective to contribute with this project evaluated the production of compost through the use of vegetable waste and bovine manure in La Maná, carried out in the experimental center "La Playita", For this, 5 treatments were used, where various combinations of organic material (vegetable waste and animal manure) were established for the composting process, each treatment had 4 replications, a randomized complete block design (DCA) was used and Tukey's multiple range test was applied at 95% confidence. The variables were evaluated for 15 weeks and were: temperature, pH, electrical conductivity, harvest volume (kg) and mineral fertility of the fertilizer and components. The highest temperature was recorded in week 3 called phase II (Thermophilic) with averages of 37.45 °C to 38.95 °C in the 5 treatments, where the pH was low with averages of 4.66 to 5.65, demonstrating that at a higher temperature the pH tends to drop and as a final result each of the treatments in week 15 reached a temperature between 25° where the pH was neutralized at 6.9; and a final conductivity between 2.04 to 3.61 being the optimal ranges from 0.5 to 4 of a good compost, in terms of volume the lowest was the T5 = V 200 kg per repetition with a volume of 800 kg obtained a total harvest of 245 kg, giving better nutritional results in T2 with higher N and K, and the T5 greatest P and Ca.

**Keywords:** fertilizers, compost, manure, mineral, vegetables.

## INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORIA .....	II
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	III
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
<i>DEDICATORIA</i> .....	VI
RESUMEN .....	VIII
ABSTRACT .....	IX
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
5. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivos Específicos .....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	7
8.1. Residuos vegetales.....	7
8.1.2. Hortalizas.....	7
8.1.3. Leguminosas.....	8
8.1.4. Cítricos.....	8
8.1.5. Frutales .....	9
8.2. Estiércol bovino .....	10
8.2.1. Ganasal Engorde .....	11
8.3. Abonos orgánicos .....	11
8.4. Compost.....	12
8.4.1. Origen .....	12
8.4.2. Tipos de compost.....	13
8.4.3. Uso del compost .....	14
8.4.4. Ventajas del compost.....	15
8.4.5. Posibles problemas y soluciones durante el compostaje .....	16

8.5.	Procesos biológicos del compostaje .....	16
8.6.	Etapas de compostaje.....	17
8.6.1.	Fase Mesófila.....	17
8.6.2.	Fase termófila o Higienización .....	17
8.6.3.	Fase de enfriamiento o Mesófila II.....	17
8.6.4.	Fase de maduración .....	18
8.7.	Factores que intervienen en el compostaje .....	18
8.7.1.	Temperatura .....	18
8.7.2.	Oxígeno.....	18
8.7.3.	El pH.....	19
8.7.4.	Conductividad eléctrica .....	19
8.7.5.	Humedad.....	20
8.8.	Antecedentes investigativos.....	20
9.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	21
10.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
10.1.	Ubicación y duración del proyecto. ....	22
10.2.	Tipo de investigación.....	22
	Experimental.....	22
	De campo .....	22
	Bibliográfica .....	22
	Cuantitativa.....	23
10.3.	Materiales y equipos .....	23
10.4.	Tratamientos en estudio .....	24
10.5.	Esquema del experimento.....	24
10.6.	Diseño experimental .....	25
10.7.	Análisis de varianza .....	25
10.8.	Manejo del ensayo .....	25
10.8.1.	Caracterización del material utilizado para la investigación .....	25
10.8.2.	Limpieza del terreno .....	27
10.8.3.	Realización de la cubierta plástica.....	27
10.8.4.	División de las camas .....	27
10.8.5.	Implementación de los tratamientos .....	28
10.8.6.	Toma de datos y volteo.....	28
10.8.7.	Recolección de muestras para el análisis.....	28

10.8.8. Cosecha final .....	29
10.9. Variables evaluadas .....	29
10.9.1. Temperatura .....	29
10.9.2. Potencial de Hidrogeno (pH) .....	29
10.9.3. Conductividad Eléctrica.....	30
10.9.4. Volumen de cosecha .....	30
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
11.1. Temperatura .....	32
11.2. Potencial de Hidrógeno (pH) .....	33
11.3. Conductividad Eléctrica (CE).....	34
11.4. Volumen de cosecha .....	35
11.5. Contenido Nutricional .....	35
12. IMPACTOS .....	38
13. PRESUPUESTO .....	39
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	40
15. BIBLIOGRAFÍA.....	42

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y sistemas de tareas con relación a los objetivos planteados .....	6
Tabla 2 Ficha Nutricional Ganasal .....	11
Tabla 3 Posibles problemas y soluciones durante el proceso de compostaje.....	16
Tabla 4 Materiales y Equipos .....	23
Tabla 5 Tratamientos en estudio.....	24
Tabla 6 Esquema del experimento.....	24
Tabla 7 Esquema de análisis de varianza .....	25
Tabla 8 Caracterización de los desechos de mercado.....	26
Tabla 9 Temperatura (°C) semanal en la producción de compost mediante el uso de desechos vegetales y estiércol bovino, en el cantón La Maná, centro experimental la Playita. ....	32
Tabla 10 pH semanal en la producción de compost mediante el uso de desechos vegetales y estiércol bovino, en el cantón La Maná, centro experimental la Playita.....	33
Tabla 11 Conductividad Eléctrica (EC) en la Producción de compost mediante el uso de desechos vegetales y estiércol bovino, en el cantón La Maná centro experimental la Playita.	34
Tabla 12 Cosecha final en la Producción de compost mediante el uso de Desechos vegetales y estiércol bovino, en el cantón La Maná, centro experimental la Playita.....	35
Tabla 13 Contenido Nutricional a las 13 semanas de los tratamientos en la Producción de compost mediante el uso de desechos vegetales y estiércol bovino, en el cantón La Maná, centro experimental la Playita .....	36
Tabla 14 Interpretación del Análisis en gramos en la Producción de compost mediante el uso de desechos vegetales y estiércol bovino, en el cantón La Mana, centro experimental la Playita .....	37
Tabla 15 Presupuesto de la investigación.....	39

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

<b>Título del proyecto</b>	Efecto de diferentes dosis de residuos orgánicos y estiércol animal en la elaboración de compost en el cantón La Mana.
<b>Fechas de inicio</b>	Septiembre del 2023
<b>Fecha de finalización</b>	Febrero del 2024
<b>Lugar de ejecución</b>	Cantón la Maná
<b>Facultad que auspicia</b>	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.
<b>Carrera que auspicia</b>	Ingeniería Agronómica
<b>Proyecto de investigación vinculación</b>	Fortalecimiento de la producción hortofrutícola mediante un enfoque agroecológico en el Cantón La Maná.
<b>Equipo de trabajo</b>	Castro Otero Elian Ezequiel Gavilanez Castro Keyla Izamar
<b>Tutor</b>	Ing. Alex Salazar Msc
<b>Área de Conocimiento</b>	Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria.
<b>Línea de investigación</b>	Desarrollo de seguridad alimentaria, agricultura sustentable.
<b>Sub líneas de investigación</b>	Producción Agrícola Sostenible.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Los desechos orgánicos son todos los elementos o residuos de origen vegetal, los cuales tienen la capacidad de degradarse de manera rápida, transformándose así en otro tipo de materia orgánica, en el cual se menciona que existen diferentes formas de tratar los residuos orgánicos entre los cuales destaca el compostaje, obteniendo como resultado una tierra rica en nutrientes usada como un abono natural (Volta, 2019).

Por otra parte estiércol bovino es una clase de material que puede ser manejado como sólidos y está constituido por heces y orines, puede estar compuesto por varios elementos de acuerdo con la alimentación que se le proporcione (Martinez, 2008).

El estiércol es un fertilizante orgánico por excelencia debido a su alto contenido de nitrógeno y en materia orgánica, por lo cual ha sido utilizado desde la antigüedad, aprovechando los residuos que este posee, restaurando así los niveles de nutrientes de los suelos agrícolas. (Tortosa G. , 2014).

Por tanto, mediante este proyecto de investigación se implementó la utilización de los desechos u residuos orgánicos generados en el mercado central del cantón La Maná, dado que no se evidencian trabajos de reciclaje y reutilización en el cantón, por esta razón la Universidad Técnica de Cotopaxi a través del Proyecto de Vinculación denominado “Fortalecimiento de la producción hortofrutícola mediante un enfoque agroecológico en el Cantón La Maná” planteo el uso de una parte de estos desechos.

Con el propósito de contribuir al proyecto de vinculación y beneficiar a la sociedad, este proyecto de investigación se enfoca en aprovechar los desechos disponibles para evaluar el impacto de diferentes cantidades de residuos vegetales y estiércol bovino en la producción de compost en el cantón La Maná. Se establecieron cinco tratamientos distintos, cada uno con cuatro repeticiones, utilizando pilas de 200 kg de peso bruto. Donde la letra (E), se la uso para el estiércol bovino, y la letra (V), para los residuos vegetales. Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera: T1= E150kg+V50kg, T2=E100kg+V100kg, T3=E50kg+V150kg, T4=E200kg, T5=V200kg, Se registraron y evaluaron diversas variables como temperatura, pH, conductividad eléctrica, volumen de cosecha y el efecto de las mezclas orgánicas, así como la fertilidad mineral de cada tratamiento mediante pruebas de laboratorio.

### 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las plantas desde el comienzo de la agricultura se observaron que tenían un mejor crecimiento con productos de calidad sobre acumulaciones de desperdicios orgánicos, de tal forma adquirirían un mejor desarrollo y una mayor productividad, motivo por el cual ya en épocas muy lejanas se sugería que era crucial preservar la materia orgánica del suelo con el fin de mejorar su productividad. (Gonzales H. R., 2005).

La materia orgánica desempeña un papel fundamental en la formación, control y mantenimiento de los agregados, lo que redundara en la formación del complejo órgano-mineral del suelo, de esta forma además de favorecer a la reserva nutricional, contribuimos al freno de los procesos que degradan el medio edáfico (Ibañez, 2006).

Por lo que se busca darle un uso más eficiente a los desechos u residuos orgánicos generados en el cantón La Maná mediante este proyecto, dado que no existe evidencia alguna sobre esfuerzos o propuestas de reciclaje a nivel del cantón, la Universidad Técnica de Cotopaxi junto a su proyecto de vinculación social con el tema “Fortalecimiento de la producción hortofrutícola mediante un enfoque agroecológico en el cantón La Maná”, planteo el uso de una parte de estos desechos, junto a los estudiantes de 8<sup>vo</sup> Ciclo de la carrera de Agronomía.

A fin de contribuir mediante esta investigación, al proyecto de vinculación se planteó el uso de una parte de estos desechos vegetales generados en el mercado del cantón, con el agregado de estiércol bovino, evaluando el efecto de diferentes dosis de residuos vegetales y estiércol animal (bovino) en la producción de compost en el cantón La Maná y se plantearon 5 tratamientos, con 4 réplicas con un peso bruto de 200 kg por pila, quedando planteados los tratamientos de la siguiente manera; T1= E150kg + V50kg, T2= E100kg + V100kg, T3= E50kg + V150kg, T4= E200kg, T5= V200kg, donde la letra (E), se la uso para el Estiércol bovino, y la letra (V), para los Residuos Vegetales, para esta investigación también se tomaron en cuenta las siguientes variables: Temperatura, pH, Conductividad Eléctrica (EC), volumen del rendimiento y el efecto de los compuestos orgánicos, así como la fertilidad mineral de cada uno de los tratamientos planteados mediante un análisis de laboratorio.



#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

##### **Beneficiarios Directos**

Al concluir la investigación, aquellos que se beneficiarán directamente con la implementación de este proyecto son los pequeños y grandes productores, que deseen mejorar la calidad de sus suelos e inicial en la producción de compost, al igual que los comerciantes del Mercado Municipal, con el fin de usar los desechos orgánicos para el compostaje.

##### **Beneficiarios Indirectos**

Este proyecto beneficiará indirectamente a los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi a los habitantes del cantón la Maná y a la comunidad en general, quienes mediante este proyecto contarán con información y una propuesta de manejo de los desechos al elaborar compost.

#### **5. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN**

Los desechos vegetales al no ser manejados de una buena manera, estos contaminan las fuentes de agua cercanas especialmente si existe escorrentía durante las lluvias, tanto los desechos vegetales y el estiércol animal generan gases de efecto invernadero como metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), influyendo en el calentamiento global y al cambio climático, si no son manejados de una buena manera. De acuerdo con el aumento de la población surge una gran demanda de alimentos por los cuales se genera una mayor cantidad de desechos que no son tratados de una buena manera.

El Banco Mundial, en el 2020, estableció que el país contaba con 17.37 millones de habitantes, mismo año que se generaron alrededor de 5.005.187 toneladas de residuos, en donde se menciona que obtuvo un porcentaje de 57.3% de desechos orgánicos, 10.2% de papeles y cartones, 10.6% plásticos, 5.1% de desechos sanitarios no peligrosos y 16.8% de otros residuos (Hoyas, 2022).

A nivel provincial, sobre el diseño de un plan de residuos sólidos en la provincia de Cotopaxi, en el 2023 se recolectaba alrededor de 109 toneladas diarias, logrando caracterizar los residuos obteniendo, en cuanto a residuos orgánicos menciona que obtuvo un porcentaje de 60%, residuos plásticos 39%, residuos de cartón 20%, residuos de latas un 1%, residuos de papel y cartones con un 10%, mostrando que se genera un mayor porcentaje de residuos o desechos orgánicos tales como restos de frutas, vegetales, verduras, entre otros (Sánchez, 2023)

En el 2015 el INEC, realizó una estadística, mencionando que en Cotopaxi en ese año se generó un 54.67% de residuos orgánicos, cartón y papel 10.25%, plásticos 11.44%, vidrios 3.01%, residuos de madera 0.86%, residuos de metales y chatarra 3.24%, caucho y textil 1.73%, otros 10.79% (INEC, 2015).

A nivel cantonal se realizó una investigación en el 2022, donde se evidenció que la cantidad semanal recolectada en la Asociación de Comerciantes Minoristas en el Cantón La Maná fue de 842 kg, de los cuales 427.7 kg corresponden a residuos orgánicos, y un total de 414.3 kg corresponden a residuos inorgánicos, contando así con un 50.8% de residuos orgánicos, 2% de papeles, 9.7% plásticos, 4.4% restos de vidrios, 3.6% restos de metales y un 29.6% de otros residuos (Muñoz, 2022).

Mediante datos obtenidos tanto al Nivel Nacional, Provincial y Cantonal, se observó que la cantidad y porcentajes de desechos orgánicos que se generan son en grandes cantidades de acuerdo con la cantidad de población existente.

El mercado municipal del cantón La Maná presenta una gran cantidad de productos al año los cuales pueden ser utilizados de una mejor manera, dándole así una segunda vida útil, reutilizando estos recursos en la elaboración de abonos orgánicos tales como el compost, bocashi, humus, entre otros, de acuerdo a lo evidenciado se denotó que no existe medios de verificación en el cual se haya utilizado estos residuos generados, motivo por el cual La Universidad Técnica de Cotopaxi a través de su proyecto de Vinculación social, junto con los estudiantes de Octavo Ciclo han planteado la reutilización de una parte de estos desechos con el Tema “Fortalecimiento hortofrutícola mediante un enfoque agroecológico en el Cantón La Maná”, con el fin de contribuir al proyecto de vinculación y a la comunidad se planteó lo siguiente “Efecto de diferentes dosis de residuos vegetales y estiércol en la producción de compost en el Cantón La Maná”.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo General**

- Evaluar el efecto de diferentes dosis de residuos vegetales y estiércol en la elaboración de compost en el Centro experimental La Playita, Cantón La Maná

### **6.2. Objetivos Específicos**

- Estudiar los factores físicos y químicos que intervienen en el proceso de compost.
- Evaluar el efecto de las mezclas orgánicas en las características del compost.
- Analizar el valor nutricional de cada uno de los tratamientos en estudio.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1** Actividades y sistemas de tareas con relación a los objetivos planteados

<b>OBJETIVOS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACION</b>
Determinar los factores fisicoquímicos que interviene en proceso del compost	Establecimiento de la investigación. Registro de variables como temperatura, pH, conductividad eléctrica Volteo de las mezclas	*Datos obtenidos de temperatura, pH, y conductividad eléctrica	Libro de campo Fotografías Exel
Evaluar el efecto de las mezclas orgánicas en las características del compost	Se procedió a sacar un volumen de cada uno de los tratamientos en estudio con la ayuda de una báscula.	*División en peso por Kg, en cada uno de los tratamientos planteados y sus repeticiones.	Libro de campo fotografías
Analizar el valor nutricional de cada uno de los tratamientos	Una vez completada el proceso de compostaje se tomaron muestras de cada uno de los 5 tratamientos, los cuales fueron enviados a laboratorio.	*Análisis de compost	Análisis de suelo

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA**

### **8.1. Residuos vegetales**

Se conoce como residuos vegetales a la capa de materia orgánica que se ubica entre la materia verde y la superficie del suelo, los biorresiduos domésticos son los residuos orgánicos biodegradables de origen vegetal los cuales son susceptibles a degradarse biológicamente y pueden ser generados en el ámbito domiciliario y comercial y pueden ser todos los elementos que sean desechos o residuos de origen vegetal, transformándose así en otro tipo de materia orgánica, siendo esta una de las opciones más utilizadas el empleo de restos vegetales junto con otros residuos como estiércol para la elaboración de compost (Samaniego, 2023).

Dentro de la categoría de residuos vegetales se incluyen los bio residuos provenientes de jardines, parques, residuos de alimentos y desperdicios de cocinas generados en hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y puntos de ventas minoristas. También se incluyen desechos similares de la industria de procesamiento de alimentos.

Por consiguiente, este tipo de residuos abarca una amplia gama de elementos, desde cascaras de frutas y verduras hasta tapones de corcho y serrín, pasando por sobras de pan, posos de café entre otros. Es crucial reciclar estos residuos orgánicos para prevenir un impacto ambiental negativo, mejorar la calidad del suelo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros beneficios asociados (Hernández, 2019).

#### **8.1.2. Hortalizas**

Las hortalizas son beneficiosas para el compostaje al aportar una amplia gama de nutrientes esenciales como potasio, fósforo, calcio y magnesio, junto con otros micronutrientes. Además, agregan materia orgánica que enriquece el compost con material carbonoso, aportan humedad para mantener el equilibrio adecuado durante la descomposición y mejor la estructura del compost gracias a las fibras y materiales celulósicos que contienen (Batalla, 2004).

Se conglobaron varios productos encontrados como: tomates, col, rábano, brócoli, cebollas, alcachofas, apio, coliflor, zanahorias, lechuga, pimientos, pepinos, papas, etc. Las hortalizas son plantas alimenticias cultivadas en huertos, apreciadas tanto por sus propiedades nutricionales como por su delicioso sabor, y que constituyen una parte esencial de la alimentación humana, y sus desechos sirven de abono para las plantas, su buena descomposición mejora las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo aportando nutrientes como Nitrógeno (N), Fósforo (P), y Potasio (K) (OSPAT, 2017).

### **8.1.3. Leguminosas**

Estas aportan importantes beneficios al compostaje debido a su alto contenido de nitrógeno y otros nutrientes. Al incorporar leguminosas al compostaje se aumenta la disponibilidad de Nitrógeno lo que ayuda a acelerar la descomposición de la materia orgánica, además contienen compuestos que promueven la actividad microbiana en el compost, lo que contribuye a un proceso de descomposición más eficiente, ayudando a mejorar la calidad del compost al agregar nutrientes esenciales como, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Estos nutrientes son beneficiosos para las plantas y contribuyen a la producción de alta calidad que puede ser utilizado como abono orgánico en jardinería y agricultura (Gozálvez, 2017).

Dentro de las leguminosas se encontraron cáscaras de algunos granos como: (haba, alverja, y frejol) y la presencia de algunas ramas de alfalfa, las leguminosas pertenecen a la familia de las Fabaceae o Fabáceas son un grupo muy numeroso de cerca de 20.000 variedades, que van desde árboles hasta plantas herbáceas, arbustos y enredaderas, conforman las leguminosas, las cuales se caracterizan por ser alimentos con bajo contenido de grasas pero muy ricos en proteínas, fibra, vitaminas y minerales. Hay numerosas variedades de leguminosas que, a pesar de no ser consumidas aún por los seres humanos, se utilizan habitualmente como forraje o como atrayentes de insectos polinizadores, una de las características más importantes de las plantas leguminosas es su gran capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en el suelo (Acosta, 2021).

### **8.1.4. Cítricos**

La inclusión de cítricos, como cáscaras de naranja y limón, en el compostaje ofrece varios beneficios. Estos aportan nutrientes importantes como potasio, calcio y magnesio para el crecimiento de las plantas. Además, sus propiedades antimicrobianas pueden ayudar a controlar la descomposición excesiva, especialmente en climas cálidos que pueden generar olores desagradables, sin embargo, debido a su naturaleza ácida, los cítricos pueden afectar el equilibrio del pH del compost, por lo que es necesario usarlos con moderación y mezclarlos con otros materiales orgánicos para mantener un equilibrio adecuado (Alissia, Sahagún, Eduardo, & Enrique, 2015)

El hallazgo de pequeñas cantidades de residuos cítricos, como cáscaras de naranja, mandarina, piña, limón, entre otros, en el compost es beneficioso por varias razones. Estos residuos, aunque en cantidades reducidas, ayudan a alejar a las moscas debido a su aroma característico, mientras que aportan textura y nutrientes valiosos al compost. Sin embargo, debido al grosor de la piel de estos cítricos, se recomienda cortar las cáscaras en pedazos pequeños antes de agregarlas al

compost. Esto facilita una descomposición más rápida y eficiente de los residuos, permitiendo que los microorganismos presentes en el compost accedan más fácilmente a los nutrientes contenidos en los cítricos. Además, al cortar las cáscaras en pedazos pequeños, se reduce el tiempo necesario para que se descompongan por completo, acelerando así el proceso de compostaje en su conjunto. En resumen, el corte de los residuos cítricos en pedazos pequeños es una práctica recomendada para optimizar la descomposición de estos materiales y mejorar la calidad del compost resultante. (Escobar, 2017).

### **8.1.5. Frutales**

Los frutales desempeñan un papel fundamental en la producción de compost al proporcionar una diversidad de materiales orgánicos esenciales para la formación de un sustrato de alta calidad. La materia rica de nutrientes provenientes de las hojas caídas, los restos de frutas y las ramas, se descomponen durante el proceso del compostaje, liberando elementos esenciales para el desarrollo de las plantas, además, la contribución de materiales carbonosos por parte de los frutales equilibra la relación carbono nitrógeno en el compost, promoviendo una descomposición efectiva.

De tal modo, la presencia de estos materiales orgánicos atrae una diversidad de microorganismos beneficiosos, enriqueciendo el compost con una comunidad biológica activa que contribuye a mejorar la salud y fertilidad del suelo. En consecuencia, los frutales no solo aportan nutrientes y carbono al compost, sino que también promueve un ambiente propicio para el desarrollo de un suelo fértil y productivo (Banco Bilbao Vizcaya Argentaria S.A, 2023).

Dentro de la clasificación de estos residuos se encontraron restos de papaya, aguacate, manzana, pera, etc. Los frutales son una frase habitualmente utilizada al referirse a distintos tipos de plantas, pero la definición de árboles frutales es compleja en sí misma, ya que tiene diferentes versiones según como se dé el enfoque, se entiende como frutal a cualquier árbol generador de frutos (estructuras derivadas del óvulo maduro de una flor, que contienen una o más semillas). Por lo tanto, dado que la mayoría de las plantas con flores generan frutos, este concepto se refiere comúnmente exclusivamente a aquellos árboles que nos ofrecen frutas como alimento para el ser humano, en este contexto se incluyen también a los árboles que producen frutos secos (Curran, 2009)

Los frutales contienen un importante aporte vitamínico, aportando así también fibra tales como la celulosa y pectinas, la mayoría de los frutales tienen un alto contenido de agua que oscila entre un 80 y 95 por ciento (PASFEC, 2022)

## **8.2. Estiércol bovino**

Los estiércoles de animales son excelentes materiales para el compostaje debido a su alta concentración de nutrientes y materia orgánica. Pueden comportarse por sí solos, lo que resulta en un compost de alta calidad, o pueden utilizarse como ingredientes estructurales para equilibrar otros residuos orgánicos que puedan tener una relación carbono/nitrógeno desequilibrado. (Tortosa G. , 2019).

Al combinar estiércol animal con otros materiales ricos en carbono, se puede alcanzar una relación C/N óptima para un compostaje efectivo. El estiércol animal proporciona nitrógeno adicional que ayuda a acelerar la descomposición de los materiales ricos en carbono, mientras que estos últimos proporcionan la estructura necesaria para la aireación y el drenaje del compost. (Tortosa G. , 2019)

En especial el ganado vacuno es el más popular, ya que este se alimenta principalmente de pasturas o forrajes, típico de los animales llamados herbívoros, es decir, su alimentación se comprende solo de hierbas, por lo cual la composición de sus excrementos básicamente es de fibras y agua (Arellano, 2017)

Desde tiempos antiguos el estiércol del ganado doméstico se ha utilizado como abono para las tierras agrícolas, a estas excretas de ganado se les han reconocido beneficios importantes, sirviendo como fuente de nutrientes para las plantas y como mejoradoras de las condiciones fisicoquímicas del suelo (Ortiz, 2020)

El pasto Dallis, científicamente conocido como *Brachiaria decumbens*, es una especie de pasto ampliamente cultivada en Ecuador y en otras partes del mundo debido a su alto rendimiento y su valor nutricional. Este pasto es apreciado por su capacidad para producir una gran cantidad de forraje, lo que lo convierte en una fuente importante de alimento para el ganado. Su cultivo se ha vuelto popular entre los ganaderos debido a su adaptabilidad a diferentes tipos de suelos y condiciones climáticas, así como a su capacidad para resistir períodos de sequía.

El pasto Dallis es rico en nutrientes esenciales para el ganado, como proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, lo que lo convierte en una opción ideal para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales. Su alto rendimiento y su valor nutricional lo convierten en una

de las fuentes alimenticias más empleadas en la alimentación del ganado en Ecuador y en muchas otras regiones ganaderas del mundo. (Mora, 2013)

El pasto Dallis es muy empleado principalmente para el pastoreo, gracias a su gran volumen de producción y alta cantidad de forraje, entre sus elementos primarios se pueden señalar el carbono, hidrogeno, oxígeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio y el hierro, mencionando que en su proyecto de investigación obtuvo como resultado valores desde 12.22 a 15.90% de proteína (Guzman, 2015)

### 8.2.1. Ganasal Engorde

La ficha nutricional menciona que es una mezcla de sal con minerales, el cual contiene un promotor de crecimiento orgánico y está diseñada para cubrir los requerimientos minerales de animales de engorde, haciendo énfasis en la ganancia de peso (PRONACA, 2021)

**Tabla 2** Ficha Nutricional Ganasal

<b>Contenido Nutricional</b>	
Calcio	20.00 g
Fósforo	2.00 g
Sodio	11.00 g
Magnesio	1.00 g
Azufre	0.50 g
Monensina base	0.15 g
Minerales trazas	0.023 g
Vehículo estabilizante c.s.p	100 g

**Fuente:** (PRONACA,2023)

**Elaborado por:** Castro & Gavilanez (2023)

### 8.3. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son sustancias formadas por desechos de origen vegetal o mixto que se añaden al suelo para mejorar sus propiedades físicas, biológicas y químicas. Esto puede incluir restos de cultivos que permanecen en el terreno tras la cosecha: cultivos de abono verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno), residuos orgánicos de la actividad agrícola como (estiércol, purines), residuos orgánicos de la actividad agrícola, desechos domésticos (eliminación diaria de desechos, excrementos), el compost puede estar compuesto por la mezcla de los anteriores elementos anteriores.



Este fertilizante no solo proporciona nutrientes al suelo, sino que aporta un aspecto beneficioso en la textura y estructura del suelo, así como nutrientes, aumentando la población general de microorganismos, asegurando así la formación de agregados en las raíces de las plantas los cuales permiten una mejor retención de agua y un mejor intercambio de gases y nutrientes (Borrero, 2012).

Los fertilizantes orgánicos son esenciales para reponer la materia orgánica, el uso de fertilizantes orgánicos permite mejorar a una mejor absorción del suelo y el drenaje del agua, lo que presenta un efecto beneficioso sobre la fijación de carbono en el suelo y la producción de nutrientes. La primicia sobre el uso de abonos o fertilizantes orgánicos es reducir la producción o utilización de químicos para la labranza, aunque los fertilizantes químicos obviamente reducen los costos, sin embargo, el impacto en el medio ambiente es mucho mayor, por lo cual los abonos o fertilizantes orgánicos son una alternativa sostenible que poco a poco se ha ido introduciendo en la agricultura ecológica y en cultivos intensivos (George, 2019).

#### **8.4. Compost**

Se trata de un procedimiento de descomposición de materia orgánica en el cual intervienen una variedad de microorganismos, incluyendo bacterias, hongos e invertebrados como lombrices y cochinillas que viven en los suelos, unas de las características principales de compostaje es que su proceso es aeróbico: los seres vivos involucrados en este proceso requieren un suministro constante de oxígeno, de esta forma los desechos no se pudren, por lo tanto, no existe la presencia de malos olores y el resultado es un producto de excelencia que puede ser empleado como abono y regenerador de suelo (Compostaenred, 2019)

El compostaje implica la conversión natural de los desechos orgánicos convertidos en abono natural que ayuda a enriquecer el suelo con nutrientes, es una técnica de la naturaleza observar el proceso de descomposición cuando las plantas o restos orgánicos se amontonan en el suelo y se descomponen con la ayuda de los insectos y microorganismos transformándose en nutrientes para las plantas (Rodríguez, 2013).

##### **8.4.1. Origen**

El compost es un fertilizante elaborado mediante la fermentación de desechos orgánicos y componentes minerales. Aunque se atribuye su invención a sir Albert Howard (1873 - 1947), quien realizó experimentos sobre su preparación sobre Indore (India) antes de la primera guerra mundial, la realidad es que el compost existe de manera natural desde que hay plantas verdes

en la tierra. Cualquier material vegetal que caiga al suelo y se descomponga de forma aeróbica es decir, con la participación de oxígeno en el proceso de descomposición, se convierte en compost, por otro lado, aquellos que se descomponen de forma anaeróbica se transforman en turba y final mente bajo presión en carbón (Fernández, 2007).

La palabra “compost” proviene del latín “compositus”, que significa “colocar juntos”. Durante el proceso de compostaje diversos materiales orgánicos se combinan para producir un fertilizante rico en nutrientes. Existen varias técnicas de compostaje como el método de pilas donde los desechos se acumulan a montones o el compostaje de tambor, que permite girar y mezclar los materiales de manera eficaz.

Los agentes descomponedores como bacterias, hongos y microorganismos desempeñan un papel fundamental en la transformación de los desechos orgánicos en compost. Estos organismos descomponen la materia orgánica, liberando nutrientes esenciales para planta. La temperatura, humedad y la proporción adecuada de carbono y nitrógeno son factores cruciales que influyen en la eficacia del proceso de compostaje (Fernández, 2007)

#### **8.4.2. Tipos de compost**

Existe varios tipos de compost, cada uno con sus características y veneficios, como el compost de estiércol y de compost de cocina.

El compost de estiércol es un tipo de compost producido a partir de estiércol animal, como el estiércol de vaca, caballo, oveja, cerdo, aves de corral, etc. Este tipo de compost es altamente valorado por su alto contenido de nutrientes, especialmente nitrógeno, lo que lo hace ideal para enriquecer el suelo y mejorar la fertilidad. El estiércol es descompuesto por microorganismos y lombrices, en un proceso de compostaje, resultando en un producto final rico nen materia orgánica y minerales beneficiosos para las plantas.

El compost de estiércol es frecuentemente empleado en actividades agrícolas y de jardinería para mejorar la calidad del suelo, incrementar su capacidad de retener agua y suministrar nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Es importante asegurarse de que le compost de estiércol esté completamente descompuesto antes de utilizarlos, para evitar riesgos de contaminación microbiológica, (Recena, 2021).

Por consiguiente, el compost de cocina se refiere al proceso de descomposición de residuos orgánicos de origen vegetal generados en la cocina, como restos de frutas, verduras, cascara de huevos, entre otros. Estos desechos se someten a un proceso de compostaje, que se mezclan

con otros materiales orgánicos, en el que se mezclan con otros materiales orgánicos como hojas, recortes de césped y se descomponen con la ayuda de microorganismos y lombrices para convertirse en un fertilizante natural y enriquecedor del suelo.

Este tipo de compost es una forma sencilla y efectiva de reducir los desechos orgánicos y producir un recurso valioso para la jardinería. El compost resultante es rico en nutrientes y materia orgánica, y pueden ser utilizados para mejorar la calidad del suelo, aumentar la retención de agua y proporcionar nutrientes a las plantas, (Varela, 2024).

#### **8.4.3. Uso del compost**

El compost se usa en la agricultura para diversos propósitos, como abono orgánico, fertilizante, enmienda orgánica o húmica, y como sustratos para cultivos. Se argumenta que la falta de aporte de materia orgánica al suelo conduce a una disminución gradual de nivel de humus, lo cual puede provocar problemas como la erosión acelerada, el deterioro de las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, y una pérdida general de fertilidad.

Se sugiere aplicar cantidades específicas de compost, como un rango de 15 a 50 toneladas por hectárea en general, 3 a 5 kilogramos por metro cuadrado en hortalizas, y 1 a 3 kilogramos por metro cuadrado en suelos arenosos, ligeros, con pocos compuestos arcillosos, calcáreos o pedregosos. Estas recomendaciones se basan en las necesidades nutricionales de los cultivos y en las características específicas del suelo, y permiten optimizar el uso del compost para mejorar la productividad del suelo y estimular el desarrollo vigoroso de las plantas. (Pérez, 2018).

El compost es un recurso valioso obtenido a partir de la descomposición controlada de materia orgánica. Su uso abarca diversas aplicaciones, desde la mejora de la fertilidad del suelo agrícola hasta la promoción del crecimiento de plantas en jardines. Además, se emplea para controlar la erosión del suelo, enmendar tierras para macetas y rehabilitar suelos contaminados.

Gracias a su capacidad para enriquecer el suelo con nutrientes y mejorar su estructura, el compost se ha convertido en una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos. Su aplicación no solo mejora la salud del suelo y promueve la biodiversidad, sino que también contribuye a la reducción de desechos orgánicos y al cuidado del medio ambiente. (Pérez, 2018)

#### **8.4.4. Ventajas del compost**

El compostaje ofrece numerosas ventajas tanto ambientales como agrícolas, al transformar residuos orgánicos como restos de alimentos y estiércol en compost se reducen significativamente la cantidad de residuos enviados a vertederos, disminuyendo así la producción de gases de efecto invernadero, asociados con su descomposición.

El compost resultante, rico en nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, actúa como un fertilizante orgánico que mejora la estructura del suelo, aumenta su capacidad para retener agua y nutrientes, y promueve la rentabilidad microbiana beneficiosa en el suelo. Al reducir la necesidad de fertilizantes químicos, el compostaje también contribuye a la preservación de la calidad del suelo y del agua, mientras promueve la biodiversidad del suelo y fortalece la resistencia de las plantas a enfermedades y plagas, (Vitores, 2022).

Aporta nutrientes esenciales para las plantas como nitrógeno, fósforo y potasio, estos son liberados lentamente, ayudando a mantener un suministro constante para el crecimiento de las plantas. Reutilización y aprovechamiento de recursos naturales fomentando la presencia de organismos beneficiosos en el suelo lo que contribuye a la biodiversidad y al equilibrio ecológico.

Estimula el proceso microbiano que alberga microorganismos útiles, como bacterias y hongos, que colaboran en la descomposición de la materia orgánica y liberar nutrientes, ayudando a construir una comunidad microbiana saludable en el suelo y promover la salud de las plantas. La generación de residuos se reduce significativamente al reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos e incineradoras.

Menor uso de fertilizantes químicos lo que tiene un impacto positivo en el medio ambiente proporcionando nutrientes de manera natural y sostenible evitando la liberación de productos químicos dañinos al suelo y el agua. Mejora la estructura del suelo, añadiendo materia orgánica que actúa como agente aglutinante, creando agregados más grandes y permitiendo una mejor circulación de aire y agua en el suelo. El compostaje no demanda energía ni necesidades de mantenimiento (Vasconez, 2023).

### 8.4.5. Posibles problemas y soluciones durante el compostaje

**Tabla 3** Posibles problemas y soluciones durante el proceso de compostaje.

Problema	Causa	Solución
Olores desagradables	Falta de oxígeno	Voltear y mezclar
	Demasiada humedad	Agregar material seco, para absorber la humedad
Temperatura muy alta	Lecho muy grande	Reducir el tamaño del lecho
	Baja humedad	Agregar agua durante el mezclado, cubrir el lecho para evitar pérdida de humedad
Temperatura muy baja.	Insuficiente aireación	Añadir pedazos de diferentes tamaños; voltear.
	Pocos desechos verdes	Agregar desechos verdes
Presencia de vectores (hormigas, moscas, roedores)	Demasiada humedad	Agregar residuos cafés como ramas.
	Pila seca	Agregar más desechos húmedos o agua

**Elaborado por:** Castro & Gavilanez (2024)

**Fuente:** (Aldaz, 2014)

### 8.5. Procesos biológicos del compostaje

El proceso de compostaje se divide en tres etapas principales: la pre-fermentación, fermentación principal y maduración e higienización. Durante la pre-fermentación las bacterias mesófilas aumentan rápidamente la temperatura del material, iniciando la biodegradación, esta fase dura unos pocos días. En la fermentación principal, las bacterias termófilas continúan el proceso de biodegradación, manteniendo una alta temperatura durante 2 a 4 semanas, dependiendo de la tecnología utilizada. Las primeras fases son las más activas en términos de velocidad de compostaje, emisiones y necesidad de control.

En la etapa final, la maduración e higienización, la biodegradación ocurre más lentamente, las emisiones disminuyen y no es necesario airear o humedecer el material, sin embargo, es

importante mezclarlo para obtener un producto homogéneo y sanitario al final de esta etapa el compost alcanza un grado de madurez de 4 o 5, habiendo perdido aproximadamente el 50% de su material original debido a la evaporación y acción microbiológica (Roben, 2002).

## **8.6. Etapas de compostaje**

### **8.6.1. Fase Mesófila**

Esta fase tiene inicio con una temperatura ambiente y gracias a la acción de los diferentes microorganismos la temperatura va poco a poco en aumento. Esta fase consiste en el periodo de aclimatación de los microorganismos al medio donde se multiplican y colonizan utilizando las fuentes de carbono y nitrógeno, gracias a eso la temperatura cae desde 20° a 40° hasta alcanzar los 50° o 70°, esta fase tiene una duración de 2 a 8 días (Biopolymers, 2022)

### **8.6.2. Fase termófila o Higienización**

Cuando la temperatura supera los 45°, los microorganismos mesófilos son reemplazados por microorganismos termófilos. Estos microorganismos son en su mayoría bacterias con la capacidad de utilizar fuentes de carbono complejas como la celulosa y la lignina. También son responsables de la descomposición de ceras y proteínas complejas, lo que resulta en una rápida descomposición del material agregado a la pila.

Durante esta fase se debe airear regularmente la mezcla para garantizar que los microorganismos reciban oxígeno y puedan continuar con su actividad de descomposición, la temperatura durante esta fase se mantiene alta que puede durar varios días hasta meses el cual durante ese periodo entra en acción el proceso de pasteurización, eliminando microorganismos patógenos tales como Salmonella, Escherichia coli y esporas de hongos razón por la cual también es conocida como fase de higienización, mientras que el pH de la mezcla aumenta y se vuelve alcalino el cual puede llegar hasta 8 debido a la transformación del nitrógeno en amoníaco (García, 2022)

### **8.6.3. Fase de enfriamiento o Mesófila II**

Después que se han agotado las fuentes de carbono, particularmente el nitrógeno en el proceso de compostaje, la temperatura vuelve a descender hasta alcanzar los 40° y 45°, durante esta fase continúa la degradación de polímeros como celulosa y se presentan algunos hongos visibles, al bajar a una temperatura de 40 °C, los microorganismos mesófilos retoman su actividad y el pH del medio disminuye ligeramente, manteniéndose alcalino. Esta etapa de

enfriamiento se extiende durante varias semanas y puede ser confundida con la fase de maduración (Trujillo & Díaz, 2023).

#### **8.6.4. Fase de maduración**

En el proceso de compostaje se producen reacciones secundarias de condensación así como la polimerización de compuestos carbonados, lo que da lugar a la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. Estos compuestos son productos finales del proceso de descomposición de la materia orgánica y juegan un papel crucial en la formación de la materia orgánica estable del suelo, conocida como humus. Durante esta fase, que puede durar meses a temperatura ambiente, los ácidos húmicos y fúlvicos se desarrollan a partir de los residuos orgánicos en descomposición a medida que se producen reacciones químicas complejas, (Noble, 2015).

### **8.7. Factores que intervienen en el compostaje**

Los procesos de compostaje involucran una serie de factores físicos y químicos que son fundamentales para la descomposición de la materia orgánica. Incluyendo factores como temperatura, Humedad, Relación Carbono nitrógeno, oxígeno, pH, conductividad eléctrica, estos factores físicos y químicos interactúan de manera compleja durante el proceso de compostaje y son fundamentales para asegurar un compostaje eficiente y efectivo (Márquez, Diaz, & Cabrera, 2017).

#### **8.7.1. Temperatura**

La temperatura juega un papel crucial en el proceso de compostaje, ya que afecta directamente la actividad microbiana y, por ende, la descomposición de la materia orgánica. En términos generales, el compostaje se divide en fases mesófila (temperaturas entre 20°C y 40°C), termófila (temperaturas entre 40°C y 70°C) y de enfriamiento (temperaturas decrecientes). Durante la fase termófila, se produce una mayor descomposición de la materia orgánica, así como la eliminación de patógenos y semillas de malezas, gracias al aumento de temperatura. La temperatura adecuada es un factor crítico para un compostaje eficiente y exitoso (Haug, 2009).

#### **8.7.2. Oxígeno**

El oxígeno, elemento esencial en el proceso de compostaje, desempeña un papel fundamental al mantener condiciones aeróbicas óptimas para la actividad microbiana. Esta respiración aeróbica es clave para descomponer eficazmente la materia orgánica, lo que conduce a la producción de compost de alta calidad. Además de su función en la descomposición, la

presencia adecuada de oxígeno facilita el control de la temperatura en la pila de compost, contribuyendo así a un ambiente óptimo para la actividad microbiana.

Asimismo, una circulación adecuada de oxígeno ayuda a prevenir la formación de olores desagradables que suelen estar asociados con la descomposición anaeróbica, asegurando así un proceso de compostaje más eficiente y saludable. En resumen, el oxígeno es un componente fundamental que influye en múltiples aspectos del compostaje, desde la descomposición hasta el control del olor y la calidad del compost final. (Mariouni, 2020)

### **8.7.3. El pH**

El pH es un factor determinante que puede influir significativamente en la actividad biológica que descompone la materia orgánica, así como en la selección de las poblaciones microbianas presentes en cada etapa del proceso de compostaje. Generalmente, las bacterias muestran una preferencia por un pH cercano a la neutralidad, con un rango óptimo entre 6 y 7.5, mientras que los hongos tienden a prosperar en ambientes ligeramente ácidos, aunque son capaces de tolerar un rango de pH más amplio, que va desde 5 hasta 8.

Por lo tanto, aunque el compostaje puede ocurrir en un amplio rango de pH, desde 3 hasta 11, se consideran valores óptimos aquellos que se encuentran entre 5.5 y 8.0. Estos rangos de pH óptimos aseguran condiciones favorables para una descomposición eficiente de la materia orgánica, así como para una diversidad microbiana equilibrada, lo que resulta en la producción de compost de alta calidad y enriquecido en nutrientes para su uso en agricultura y jardinería. (Tortosa G. , 2013)

### **8.7.4. Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica es una medida de la capacidad de un material para transportar corriente eléctrica. En el contexto del compostaje, la conductividad eléctrica se refiere a la capacidad del compost para conducir corriente eléctrica, lo que está relacionado con la concentración de sales disueltas en el compost. Esta medida es importante porque puede proporcionar información sobre la cantidad de sales minerales presentes en el compost, estas pueden influir en la actividad de los microorganismos y en el proceso de descomposición de la materia orgánica. Un nivel adecuado de conductividad eléctrica puede indicar un equilibrio saludable de nutrientes en el compost, mientras que niveles extremadamente altos o bajos pueden ser indicativos de problemas de calidad del compost, (Silva, 2015).



### **8.7.5. Humedad**

La humedad del compost es un factor crucial que influye significativamente en su proceso de descomposición y en la calidad final del producto. Mantener un nivel adecuado de humedad es esencial para fomentar la actividad microbiana y promover la descomposición efectiva de la materia orgánica presente en el compost. Se ha establecido que un rango óptimo de humedad se sitúa generalmente entre el 50% y el 60%. Este intervalo proporciona un equilibrio ideal para los microorganismos responsables de descomponer los materiales orgánicos, permitiendo que prosperen sin causar problemas como encharcamiento o dificultades en la circulación del aire dentro del montón de compost.

Mantener la humedad dentro de este rango óptimo es fundamental para asegurar que el proceso de descomposición avance de manera eficiente y que se logre un compost de alta calidad al final del proceso. Un nivel de humedad demasiado bajo puede ralentizar la actividad microbiana, lo que conlleva a un proceso de compostaje más lento y menos eficaz. Por otro lado, un exceso de humedad puede ocasionar problemas como la putrefacción anaeróbica, malos olores y la proliferación de microorganismos no deseables, lo que afecta negativamente la calidad del compost y puede hacer que sea menos beneficioso como enmienda del suelo. (Tortosa G. , 2018)

### **8.8. Antecedentes investigativos**

(Mulato, 2018), en su investigación sobre la elaboración de compost con diferentes fuentes, proporciones y evaluación de la calidad en el distrito de San Gerónimo de Tuna, donde planteo cinco tratamientos T0= restos vegetales 20kg, T1=15g restos vegetales+15kg de estiércol bovino, T2=10kg restos vegetales + 20kg Estiércol bovino, T3=15kg resto vegetal+15kg de estiércol de cuy, T4=10kg de restos vegetales+20kg de estiércol de cuy, donde menciona que la relación de entre menos desechos y más estiércol generan una buena reacción en cuanto a temperatura

(Brito, 2016), en su artículo de investigación realizado en Riobamba con el tema obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en mercado mayorista del cantón Riobamba, donde coloco una pila con un peso total de 1000 kg de desechos orgánicos, donde obtuvo como resultado final luego del compostaje un peso de 540 kg, mencionando en sus resultados que la temperatura tiene un rol en comparación con el pH, recalcando que a una mayor temperatura el pH es bajo y viceversa.

(Torres, 2023), en su proyecto de investigación sobre la Composición química y transformación de la biomasa vegetal en abono orgánico. El propósito principal fue establecer la estructura química y el cambio de la biomasa de plantas en abono orgánico, donde utilizo cuatro tratamientos, los cuales estaban compuestos por diferentes residuos vegetales como: T1= residuos de vegetales, T2= residuos de pasto de corte, T3= residuos de pasto de pastoreo, T4= Residuos de forrajera.

(Gonzales B. M., 2007) llevaron a cabo una investigación acerca de la categorización y gestión de los desechos sólidos orgánicos provenientes del mercado municipal del cantón Buena Fe, con el fin de producir compost, el cual sus resultados fueron buenos dando una mayor concentración de nitrógeno en los residuos ruminal, mientras que los desechos de mercado tuvieron una mayor concentración de potasio (1.11 y 1.07).

(Márquez & López, 2016) en su proyecto de tesis donde plantearon realizar un proceso de comparación en tiempos, riqueza nutricional, en el que evalúa dos métodos, método tukakura y el método tradicional, donde probó dos tipos de residuos los cuáles fueron desechos vegetales y desechos animales: estiércol de finca (bovino), cal agrícola, tierra de bosque, roca fosfórica, melaza, agua, planteando dos tratamientos con 3 repeticiones, donde el primer tratamiento se basó en la elaboración de compost en el método tradicional durante 3 meses y el tratamiento dos se elaboró el compost con el método tukakura.

(Rojas & Zeledón, 2007), los cuales evaluaron el efecto de diversos desechos vegetales y animales en ciertas propiedades físicas, químicas y biológicas del compost en Nicaragua. Obtuvo buenos resultado en el tratamiento de 100% residuos vegetales con un buen contenido nutricional de Nitrógeno, Fosforo y Potasio a diferencia de las mezclas con diferentes residuos.

## **9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>** = Los residuos vegetales y estiércol no difieren estadísticamente en la elaboración de compost en el cantón la Maná.

**H<sub>1</sub>** = Al menos un tratamiento difiere estadísticamente en la elaboración de compost en el cantón la Maná.

## **10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **10.1. Ubicación y duración del proyecto.**

El presente proyecto de investigación se llevo a cabo en el Cantón la Maná provincia de Cotopaxi en el Centro Experimental “La Playita”, perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, coordenadas UTM 697796 y 9896143, con una altitud de 223 m.s.n.m. con una duración de 15 semanas.

### **10.2. Tipo de investigación**

#### **Experimental**

La investigación es de tipo experimental, ya que se estableció diversas combinaciones de material orgánico (desechos vegetales y estiércol animal) para el proceso de compostaje, permitiendo explorar y analizar el impacto de diferentes variables, proporcionando una base sólida para la generación de datos confiables y la formulación de conclusiones significativas

#### **De campo**

La investigación se llevó a cabo en un entorno natural, donde se estableció un ensayo de campo para garantizar la autenticidad de los datos obtenidos. Este enfoque directo permitió una observación detallada y continua del proceso de descomposición de los desechos vegetales y el estiércol bovino mientras se transformaban en compost.

Se emplearon técnicas de observación meticulosas para capturar cada etapa del proceso, desde la descomposición inicial hasta la formación final del compost. Este método de investigación en el campo proporciona una comprensión profunda y práctica de la dinámica del compostaje en condiciones reales, lo que facilita la aplicación de los hallazgos en la práctica agrícola y ambiental.

#### **Bibliográfica**

Es de tipo bibliográfica porque es un proceso fundamental que implica una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el compostaje, para recopilar y sintetizar información relevante de diversas fuentes, que permite establecer un contexto teórico y práctico, explorando una amplia gama de estudios, artículos y documentos académicos, orientando el enfoque y metodología del estudio garantizando, así su rigor y relevancia en el campo del compostaje.

## Cuantitativa

La información que se utilizó contaba con datos de las cantidades de residuos producidos a nivel nacional, provincial y cantonal de fuentes confiables como el instituto nacional de estadísticas y censos (INEC), al igual que la recopilación y análisis de datos numéricos el cual ayudo a evaluar aspectos físicos, químicos y económicos del proceso del compostaje.

### 10.3. Materiales y equipos

**Tabla 4** Materiales y Equipos

Descripción	Cantidad
Estiércol bovino (kg)	2000
Residuos vegetales (kg)	2000
Levadura (unida)	4
Melaza (Gl)	3
Plástico (metros)	60
Cañas	20
Pala	1
Machete	1
Martillo	1
Clavos (lb)	1
Piola (lb)	3
Sacos	13
Cinta métrica	1
Recipiente	3
Toallas	3
Medidor de conductividad eléctrica	1
Medidor de pH	1
Medidor de temperatura	1
Botellón de agua	3
Hojas (resma)	1
Cuaderno	1
Bolígrafo	1
Análisis del compost	5

**Elaborado por:** Castro & Gavilanez (2023)

#### 10.4. Tratamientos en estudio

Cada tratamiento consto con un peso total por pila de 200kg con un total de 5 tratamientos 3 mezclas T1=E150kg + V50kg, T2=E100kg + V100kg, T3=E50kg + V150kg y 2 concentraciones puras T4=E200kg, T5=200kg.

**Tabla 5** Tratamientos en estudio

Tratamiento	Código	Descripción	Dosis
T1	E V	Estiércol + Desechos Vegetales	E150kg + V50kg
T2	E V	Estiércol + Desechos Vegetales	E100kg + V100kg
T3	E V	Estiércol + Desechos Vegetales	E50kg + V150kg
T4	E	Estiércol	E200kg
T5	V	Desechos Vegetales	V200kg

Elaborado por: Castro & Gavilanez (2023)

#### 10.5. Esquema del experimento

En el estudio se emplearon 5 tratamientos diferentes, cada uno con cuatro repeticiones, lo que suma un total de 20 unidades experimentales. Cada tratamiento se compuso de una mezcla homogénea con un peso total de 200 kg. Esto significa que cada unidad experimental recibió una porción de esta mezcla homogénea como representación del tratamiento correspondiente. Este diseño experimental permite comparar los efectos de los distintos tratamientos en igualdad de condiciones.

**Tabla 6** Esquema del experimento

Tratamientos	Descripción	Repeticiones	Unidad Experimental	Total
T1	E 150 kg + V 50 kg	4	1	4
T2	E 100 kg + V 100 kg	4	1	4
T3	E 50 kg + V 150 kg	4	1	4
T4	E 200 kg	4	1	4
T5	V 200 kg	4	1	4
<b>Total</b>				<b>20</b>

Elaborado por: Castro & Gavilanez (2023)

## 10.6. Diseño experimental

Para la presente investigación se utilizó un esquema de bloques completos al azar (BCA) con cinco tratamientos y 4 repeticiones dando un total de 20 unidades experimentales. Para comparar los promedios de los tratamientos se realizó la prueba de rango múltiple de tukey al 95 % de confianza.

## 10.7. Análisis de varianza

El estudio de investigación utilizó un total de 12 grados de libertad, según el ANOVA presentado en la tabla adjunta. Estos grados de libertad permitieron comparar las medias, evaluando así la variabilidad entre los tratamientos, determinando así la importancia de los diferentes tratamientos y variables analizadas en el estudio, proporcionando una base sólida para el análisis estadístico y la interpretación de los resultados.

**Tabla 7** Esquema de análisis de varianza

<b>Fuente de variación</b>	<b>Formula</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	(t-1)	4
Repeticiones	(r-1)	3
Error experimental	(r-1) (t-1)	12
<b>Total</b>	<b>(t.r-1)</b>	<b>19</b>

Elaborado por: Castro & Gavilanez (2023)

## 10.8. Manejo del ensayo

Para la realización de este proyecto se procedió a utilizar desechos del mercado con el objetivo de aprovechar este material, solicitando de esta manera a la persona encargada de facilitar los desechos vegetales, para de esta manera realizar una caracterización de los desechos y de esta manera establecer los tratamientos.

### 10.8.1. Caracterización del material utilizado para la investigación

#### Residuos Vegetales (V)

Para caracterizar los desechos generados en el mercado del cantón La Maná, se recolectaron cinco muestras de diferentes puntos: la parte central y las cuatro esquinas del mercado. Cada muestra tenía un peso de 2 kilogramos, sumando un total de 10 kilogramos de desechos recogidos. Una vez recolectadas las muestras, se procedió a separar y clasificar los distintos componentes que se encontraron en los desechos. Este proceso de separación permitió identificar los materiales presentes en los desechos, como papel, cartón, plástico, vidrio, materia orgánica, entre otros, lo que proporciona información valiosa para entender la composición de

los residuos generados en el mercado y facilita la implementación de estrategias efectivas de gestión de residuos.

**Tabla 8** Caracterización de los desechos de mercado

<b>Desechos</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Restos de leguminosas	1.9 kg	19%
Tomate, pimiento, cebolla, zanahoria	1 kg	10%
Papas, aguacate	0.8 kg	8%
Lechuga, acelga, otros.	1 kg	10%
Raquis de plátano	1.1 kg	11%
Zapallo, melón	1.3 kg	13%
Naranja, mandarina, limón	0.6 kg	6%
Manzana, pera, otras frutas	0.6 kg	6%
Manzanilla, romero	1.2 kg	12%
Otros	0.5 kg	5%
<b>TOTAL</b>	<b>10 kg</b>	<b>100%</b>

**Elaborado por:** Castro & Gavilanez (2023)

### **Estiércol bovino (E)**

Para esta investigación, se obtuvo el estiércol bovino de la hacienda "El Rey David", ubicada en la vida Guasaganda. En esta hacienda, el ganado es criado específicamente para su consumo en engorde y producción de carne. Según la información proporcionada por los cuidadores de la hacienda, la dieta del ganado consiste principalmente en una mezcla de sal de engorde y pasto *Brachiaria decumbens*, conocido comúnmente como pasto Dallis.

Este pasto, caracterizado por su alto valor nutricional y adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas, es una fuente importante de alimento para el ganado en la hacienda. El conocimiento detallado sobre la alimentación del ganado proporcionado por los cuidadores es fundamental para comprender la composición y las propiedades del estiércol bovino utilizado en la investigación de compostaje.

### **10.8.2. Limpieza del terreno**

Este procedimiento involucro el uso de diversas herramientas, en las que se incluyen, machetes, sacos, palas y rastrillos, para llevar a cabo la eliminación completa de las malezas en el área designada para la implementación de la investigación. Estas herramientas fueron seleccionadas, por su capacidad para realizar tareas específicas, desde el corte y la recolección de maleza con machetes y sacos, hasta la preparación del suelo.

La eliminación de maleza garantizo un entorno propicio para la investigación, proporcionando un terreno limpio y preparado que facilite la ejecución de los tratamientos y la recopilación de datos.

### **10.8.3. Realización de la cubierta plástica**

Con la utilización de herramientas como cañas, cinta métrica, pala, piola, alambres, plástico, se llevó a cabo la construcción de una cubierta protectora, el propósito principal fue prevenir el ingreso de agua a los tratamientos que fueron estudiados, especialmente teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la temperatura, permitió la creación de una estructura resistente y efectiva que resguardo los tratamientos de cualquier inundación o exceso de humedad que pudiera afectar los resultados de la investigación.

### **10.8.4. División de las camas**

Para establecer las camas de compostaje, se aprovechó la infraestructura previamente implementada por estudiantes universitarios. Se asignó un área específica de 2 metros de largo por 1 metro de ancho para cada tratamiento. Se utilizó un metro cuadrado para la mezcla inicial de los materiales orgánicos en cada cama, reservando el área restante para facilitar el volteo y manejo posterior del compost.

Este enfoque permitió una distribución uniforme de los materiales y proporcionó espacio adicional para realizar las operaciones necesarias durante el proceso de compostaje, como el volteo para aeración y mezclado de los desechos. El aprovechamiento de la infraestructura existente ayudó a optimizar los recursos disponibles y a facilitar la implementación del experimento de compostaje de manera eficiente.



### **10.8.5. Implementación de los tratamientos**

Para iniciar el experimento, se dispuso una superficie de plástico sobre la cual se colocó la mezcla de estiércol bovino y desechos vegetales. Utilizando una báscula precisa, se procedió a pesar cuidadosamente la cantidad necesaria de estiércol bovino y desechos vegetales para cada tratamiento, asegurando un volumen inicial de 200 kilogramos para cada tratamiento y sus respectivas repeticiones. Este paso garantizó una distribución uniforme y consistente de los materiales orgánicos en cada unidad experimental, lo que es esencial para mantener la coherencia y la precisión en el estudio. La meticulosidad en la medición y aplicación de los materiales contribuyó a la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos en el experimento de compostaje.

### **10.8.6. Toma de datos y volteo**

Una vez implementados los tratamientos, se estableció un protocolo para la recolección de datos que se llevó a cabo dos veces por semana. Durante estas sesiones de recolección de datos, se midieron y registraron parámetros como la temperatura, el pH y la conductividad eléctrica de la parte central de la pila de compost. Además, se llevó a cabo el volteo de la mezcla una vez por semana para garantizar una distribución uniforme de los materiales y promover una descomposición efectiva.

Estos datos se recopilaban y analizaban a lo largo de las 15 semanas de duración del estudio para observar cualquier cambio o tendencia en los parámetros evaluados y para evaluar el progreso del proceso de compostaje en cada tratamiento. Este enfoque sistemático de recolección de datos proporcionó información valiosa sobre la evolución del compostaje y permitió realizar ajustes o modificaciones según fuera necesario para optimizar el proceso y obtener resultados significativos.

### **10.8.7. Recolección de muestras para el análisis**

Para el análisis, se recolectó una muestra de 1 kilogramo por tratamiento a las 13 semanas de iniciado el experimento. Estas muestras fueron tamizadas utilizando un cernidor para garantizar una muestra representativa. Se tomaron precauciones utilizando guantes para evitar contaminar las muestras e interferir en los resultados del análisis.

Posteriormente, se pesó la cantidad requerida según los estándares del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y se colocaron en bolsas con cierre

hermético, las cuales fueron etiquetadas con los datos correspondientes al tratamiento y la fecha de recolección. Estas bolsas se introdujeron luego en bolsas de papel para protegerlas durante el transporte y se entregaron de manera presencial en las instalaciones del INIAP estación Pichilinge para su análisis subsiguiente. Este proceso meticuloso garantizó la integridad y la representatividad de las muestras analizadas, lo que es crucial para obtener resultados precisos y confiables en la investigación.

#### **10.8.8. Cosecha final**

Después de aplicar cada tratamiento con sus respectivas repeticiones, se realizó el tamizado de cada tratamiento y se procedió a pesarlas utilizando una báscula, lo que permitió determinar el peso final de la cosecha de compost en kilogramos. Posteriormente, estas cosechas finales fueron empacadas de manera uniforme y consistentes, siguiendo un procedimiento similar a lo utilizado para las muestras iniciales. Este proceso garantiza la coherencia en el manejo y almacenamiento de las muestras, o que facilita su análisis y comparación posterior para evaluar los efectos de diferentes tratamientos en la producción de compost.

### **10.9. Variables evaluadas**

#### **10.9.1. Temperatura**

Se realizó el monitoreo y toma de datos de la temperatura 2 veces por semana, sacando un promedio semanal, por las 15 semanas que duro la investigación, en cada uno de los tratamientos y repeticiones, para la recolección de datos de esta variable se utilizó un medidor digital de temperatura, los equipos de medición fueron colocados a la mitad de la pila.

#### **10.9.2. Potencial de Hidrogeno (pH)**

La recolección y monitoreo riguroso de datos del pH se llevó a cabo dos veces por semana durante un período de 15 semanas, lo que permitió obtener un promedio semanal representativo. Esta frecuencia de muestreo garantizó una cobertura adecuada de las fluctuaciones en el pH del compost durante todo el proceso de compostaje. Para la recolección de datos de esta variable, se empleó un medidor digital de pH, posicionado estratégicamente en la mitad de la pila de compost. Este enfoque de ubicación central aseguró una medición precisa y representativa del pH en cada tratamiento y repetición, proporcionando datos confiables para el análisis y la evaluación de los cambios en la acidez o alcalinidad del compost a lo largo del tiempo.

### **10.9.3. Conductividad Eléctrica**

Para registrar los datos de la variable mencionada, se utilizó un medidor digital de conductividad eléctrica, este dispositivo se empleó para medir la conductividad eléctrica en la parte central de cada uno de los tratamientos, se tomaron mediciones dos veces por semana durante el transcurso de las 15 semanas que duro la investigación. Después de recopilar los datos en cada sesión de medición, se calculó el promedio semanal correspondiente.

### **10.9.4. Volumen de cosecha**

Se llevó a cabo la cosecha de todo el material compostado de cada una de las repeticiones por tratamiento, con el objetivo de observar la diferencia entre el peso inicial y el peso final de cada muestra. Este proceso se realizó meticulosamente utilizando una báscula precisa para garantizar la exactitud de las mediciones.

Al comparar el peso inicial con el peso final, se pudo evaluar la cantidad de materia orgánica descompuesta durante el proceso de compostaje y determinar la eficacia de cada tratamiento en la transformación de los materiales. Esta variable proporcionó información valiosa sobre la tasa de descomposición y la producción de compost en cada una de las condiciones experimentales, lo que ayudó a evaluar la efectividad de los diferentes tratamientos y a identificar aquellos que generaron los mejores resultados en términos de rendimiento de compost.

Para determinar el porcentaje de cosecha final por tratamiento se usó una regla de tres simple, donde el 100% equivalía a los 800 kg de peso inicial de cada uno de los tratamientos planteados en la investigación, teniendo en cuenta el peso final en kg y obtener así la cantidad de volumen que se pierden en el compostaje en porcentaje.

### **Contenido nutricional**

De cada uno de los tratamientos se recolectará una muestra para posteriormente enviar a los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – Pichilingue, para que se realice el análisis del compost con el fin de conocer la riqueza nutritiva, en macro y micronutrientes, con el fin de determinar cuál de los tratamientos posee un mayor valor nutricional.

Para determinar los kilogramos de cada nutriente presentes en el abono evaluado, se utilizó como referencia el 100%, que equivalía a 1 kg de dicho abono. Esto implicaba que los porcentajes de cada nutriente representaban proporciones de este kilogramo. Así, mediante una

regla de tres, se calculó la cantidad en kilogramos de cada nutriente en función de su porcentaje en el análisis nutricional.

Este enfoque meticuloso aseguró una distribución precisa de los nutrientes en el compostaje, permitiendo una formulación equilibrada y efectiva del abono. Al observar detalladamente el análisis del contenido nutricional proporcionado en el anexo 4, se pudo determinar con exactitud la contribución de cada nutriente al conjunto del abono. Esta metodología, basada en el análisis porcentual y la conversión a kilogramos y gramos, proporcionó una visión clara y detallada de la composición del abono, lo que resultó fundamental para su uso óptimo en prácticas agrícolas.

Por otro lado, la interpretación de los nutrientes en partes por millón (ppm) reveló que 1,000,000 ppm equivalían a 1 kg, según los datos del contenido nutricional proporcionados en el anexo 4. Este enfoque permitió determinar los kilogramos de cada nutriente utilizado. Esta conversión precisa facilitó la comprensión y el análisis de la composición nutricional de manera eficiente. Además, al establecer esta relación, se simplificó el proceso de cálculo y se aseguró una mayor precisión en la cuantificación de los nutrientes presentes. Tal metodología resultó fundamental para garantizar la precisión en la formulación y la calidad del producto final. La coherencia en la interpretación de los datos ppm en relación con los pesos en kilogramos

## 11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 11.1. Temperatura

En la tabla 9 se muestran los diferentes procesos del compostaje y los valores promedios de temperatura semanales donde la fase 1 Mesófila se presenta en la semana 1 hasta la 2 con temperaturas que van desde los 30.15 °C hasta los 34.08, la fase 2 Termófila, desde la semana 2 hasta la semana 6 presentando temperaturas desde los 35 °C hasta los 38.95 °C, posterior a eso se presentó la fase 3 mesófila o enfriamiento con una temperatura normal de 25 °C, a diferencia con lo planeado por (Torres, 2023) dando una mayor temperatura en la semana 9 donde menciono que los desechos vegetales generaron una mayor temperatura con 54 °C, dando valides de acuerdo a lo investigado que los desechos o residuos vegetales en esta investigación como el T5=V200kg presento una temperatura de 38.95 °C, a diferencia de los diferentes tratamientos planteados, sin embargo (Mulato, 2018) el cual menciona que la temperatura tiene un mejor desempeño con el agregado de estiércol bovino y los desechos, lo cual no concuerda con los datos obtenidos en esta investigación, puesto que los tratamientos con estiércol presentaron una temperatura menor en comparación al T5 y T2 los cuales contenían mayor cantidad de desechos presentando una temperatura un poco más elevada.

**Tabla 9** Temperatura (°C) semanal en la producción de compost mediante el uso de Desechos vegetales y Estiércol bovino, en el Cantón La Maná, centro experimental la Playita.

SEMANAS	TRATAMIENTOS					CV %
	E150kg + V50kg	E100kg + V100kg	E50kg + V150kg	E200kg	V200kg	
1	30.20 b	30.78 b	30.15 b	30.24 b	34.08 a	1.94
2	36.16 b	36.34 b	38.36 a	35.00 c	38.24 a	0.25
3	37.45 c	38.26 b	38.73 a	38.84 a	38.95 a	0.31
4	3.90 b	36.46 c	36.96 b	36.84 bc	37.75 a	0.49
5	33.81 a	32.39 a	35.30 a	34.74 a	33.86 a	3.87
6	30.10 e	30.39 d	32.56 c	32.96 b	34.53 a	0.36
7	29.60 d	29.40 d	30.33 c	31.60 b	33.14 a	0.87
8	29.33 c	29.33 c	29.09 c	30.48 a	30.10 b	0.42
9	29.14 c	29.31 c	29.95 a	29.53 b	29.56 b	0.29
10	28.83 c	29.03 bc	29.25 b	29.56 a	28.45 d	0.40
11	28.11 c	28.00 c	28.68 b	29.15 a	28.14 c	0.26
12	26.00 c	26.00 c	26.40 b	26.68 a	26.44 b	0.26
13	26.14 e	26.45 d	28.28 a	26.95 c	27.26 b	0.1
14	25.91 a	26.05 a	25.91 a	26.19 a	26.03 a	0.51
15	25.49 a	25.56 a	25.54 a	25.41 a	25.76 a	1.37

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

Elaborado por: Castro & Gavilanez (2023)

## 11.2. Potencial de Hidrógeno (pH)

En la Tabla 10 se muestra la evolución del pH en cada uno de los tratamientos durante las 15 semanas, reportando valores desde 4.61 hasta 7, lo que concuerda con (Gordillo, 2010) el cual menciona que los primeros días el pH en sus primeras fases o semanas tiende a descender debido a la acción de los microorganismos, en la segunda fase menciona una descenso y la fase tres el pH empezó a ascender, proceso de neutralización manteniéndose en 6.5 a 7.5, lo cual significa una buena descomposición. De acuerdo con la temperatura donde se observa que en la fase 2 el pH es bajo dando valores que iban desde los 4.61 a los 4.83 por lo cual se entiende que a una mayor temperatura el pH es bajo, concordando con (Brito, 2016), el cual en su artículo de investigación señala que durante la fase termófila (Fase II), de descomposición el pH de la materia en descomposición disminuye, lo cual concuerda con los hallazgos de esta investigación. Lo que significa una relación entre el pH y la actividad metabólica de los microorganismos en los desechos vegetales, comparando los resultados del T5, T2 y T3 los cuales tiene mayor cantidad de desechos vegetales con un pH más bajo a mayor temperatura, por lo cual se puede dar veracidad a lo mencionado por Brito 2016.

**Tabla 10** pH semanal en la producción de compost mediante el uso de Desechos vegetales y Estiércol bovino, en el Cantón La Maná, centro experimental la Playita

SEMANAS	TRATAMIENTOS					
	E150kg + V50kg	E100kg + V100kg	E50kg + V150kg	E200kg	V200kg	CV%
1	5.45 b	5.53 b	4.61 d	6.75 a	5.18 c	2.08
2	6.18 b	5.62 c	5.02 d	6.76 a	5.23 d	1.70
3	4.83 b	4.67 c	5.59 a	5.68 a	4.73 bc	1.27
4	4.96 b	4.85 b	4.99 b	6.03 a	4.76 b	2.12
5	4.71 c	4.85 c	4.73 c	5.79 a	4.94 b	1.43
6	5.06 c	5.49 b	5.02 c	6.53 a	5.09 c	2.48
7	5.21 d	6.24 b	5.67 c	6.54 a	5.12 e	1.75
8	5.27 d	6.15 b	5.67 c	6.59 a	6.24 b	1.67
9	5.54 b	6.25 a	6.37 a	6.53 a	6.33 a	2.66
10	6.87 ab	6.97 a	6.57 c	6.97 a	6.85 b	0.70
11	6.90 ab	6.98 a	6.88 b	6.97 a	6.88 b	0.57
12	6.99 a	6.95 ab	6.90 bc	6.88 bc	6.88 c	0.49
13	6.93 a	6.85 a	6.91 a	6.91 a	6.64 b	0.65
14	6.98 a	6.93 a	6.97 a	6.95 a	6.98 a	0.42
15	6.99 a	7.00 a	6.98 a	6.97 a	6.98 a	0.33

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

Elaborado por: Castro & Gavilanez (2023)

### 11.3. Conductividad Eléctrica (CE)

En la tabla 11 se muestran los resultados de la Conductividad Eléctrica (CE), evidenciando que el T1= E 150Kg + V 50Kg presento un mayor valor de (CE) con un valor de 3.61, con relación al tratamiento T4= E 200Kg con un valor de 2.04, valores inferiores según (Márquez & López, 2016) el cual en su investigación obtuvo un valor de 15.14 de (CE) en el método tradicional de compostaje con el uso de desechos vegetales y estiércol bovino siendo valores muy altos en comparación a los resultados obtenidos en esta investigación, lo cual (Gutiérrez, 2022), responsable técnico de CSR laboratorio menciona que los valores óptimos de un buen compost son de 0.5 a 4.0, y que estos valores no pueden ser excesivamente elevados, por qué afectaría al desarrollo microbiológico del compost, reduciendo así el valor agronómico del mismo, afectado el desarrollo de las plantas por un exceso de sales.

Teniendo como resultado final valores de 2.04 a 3.61 de conductividad eléctrica en la semana 15 de la investigación los cuales están dentro de los rangos óptimos en la elaboración del compost según varias fuentes.

**Tabla 11** Conductividad Eléctrica (CE) en la Producción de compost mediante el uso de Desechos vegetales y Estiércol bovino, en el Cantón La Maná centro experimental la Playita

SEMANAS	TRATAMIENTOS					
	E150kg + V50kg	E100kg + V100kg	E50kg + V150kg	E200kg	V200kg	CV%
1	1.45 a	3.39 b	2.85 c	2.13 d	3.75 b	6.41
2	4.05 b	3.86 b	3.39 c	2.27 d	5.01 a	3.18
3	5.76 a	5.80 a	4.18 bc	3.53 c	5.06 ab	8.19
4	6.13 a	6.40 a	4.74 b	3.15 d	3.70 c	2.85
5	5.96 a	6.22 a	5.78 a	3.54 c	4.92 b	4.91
6	6.83 a	6.64 a	5.82 ab	4.15 b	5.24 b	13.15
7	7.23 a	7.13 a	6.36 b	3.87 d	4.67 c	2.33
8	7.08 b	7.40 a	5.80 c	4.09 e	5.08 d	1.77
9	7.13 b	7.46 a	5.92 c	3.80 d	6.14 c	2.05
10	6.85 b	7.25 a	5.25 c	3.79 e	4.76 d	2.08
11	6.56 a	6.67 a	4.51 b	4.38 b	4.30 b	3.59
12	5.78 a	6.01 a	3.12 b	5.07 b	3.96 c	3.20
13	4.50 a	4.09 b	2.28 b	3.98 b	2.78 c	4.17
14	2.50 a	2.46 a	1.31 b	2.99 a	1.11 b	15.55
15	3.61 a	3.34 a	2.76 ab	2.04 b	3.05 a	13.62

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

Elaborado por: Castro & Gavilanez (2023)

#### 11.4. Volumen de cosecha

Para conocer el rendimiento del compostaje o cosecha final todos los tratamientos partieron con una mezcla total de 200 kg en los cuales se incluía Desechos Vegetales y Estiércol bovino, una vez transcurrido las 15 semanas se procedió a recoger el producto final de los tratamientos y repeticiones, obteniendo la mayor cantidad de compost en el T4= E100% con un total de 536.5 kg de 800 kg mientras que el que obtuvo menor rendimiento fue el Tratamiento 5= V100% el cual se obtuvo un total de 245 kg de 800 kg, datos mostrados en la tabla 12, donde se observa la diferencia de volumen que existe en los diferentes tratamientos.

Estando así de acuerdo con lo establecido por (Varela, 2024), el cual menciona que el tipo de residuos vegetales empleados para la elaboración de compost se obtiene de 20kg a 30kg a partir de 100kg de cada uno de estos, siendo así similar a los resultados obtenidos en el T5=V200kg donde se empezó con un peso inicial de 200kg y se obtuvo un aproximado de 40.2 Kg en una repetición de sumando las repeticiones con un peso total de 800kg se obtuvo 245kg de compost menorando el 69.37% del volumen inicial quedando solo el 30.63% en producto final, compost.

**Tabla 12** Cosecha final en la Producción de compost mediante el uso de Desechos vegetales y Estiércol bovino, en el Cantón La Maná, centro experimental la Playita

Tratamientos	P. Total mezcla kg	P. Total compost kg	Porcentaje
<b>T1= E150kg + V50kg</b>	800	440.5	55.06%
<b>T2= E100kg + V100kg</b>	800	362	45.24%
<b>T3= E50kg + V150kg</b>	800	293	36.63%
<b>T4= E200kg</b>	800	536,5	67.06%
<b>T5= V200kg</b>	800	245	30.63%
<b>TOTAL</b>	<b>4000</b>	<b>1877</b>	<b>46.93%</b>

Elaborado por: Castro & Gavilanez (2023)

#### 11.5. Contenido Nutricional

En la tabla 13, se observa los elementos y la concentración que estos contienen, destacando el T2= E100kg+V100kg, con 2.6% de nitrógeno, 0.4% de P y 1.57% de K seguido del T5= V200kg con un 2.4% de N, 0.51% de P y 1.44% de mientras que los resultados que obtuvo (Gonzales B. M., 2007) mostro que en su tratamiento T2 (constituido por 100% desechos vegetales) fueron, Nitrógeno (N) 1.62%, Fósforo (P) 0.44% y Potasio (K) 1.11% resultados obtenidos durante 4 meses lo que equivale a 16 semanas.



Por consiguiente los resultados obtenidos son similares a los de (Rojas & Zeledón, 2007), el cual obtuvo buenos resultados en su tratamiento 100% desechos vegetales con valores de 0.31% de Nitrógeno, lo cual no concuerda con esta investigación puesto que se presentó un mayor porcentaje de nitrógeno en el T2 el cual constaba de 50% de estiércol y 50% desechos vegetales lo que significa que se expresa que se obtiene mejores resultados en cuanto a Nitrógeno por la mezcla de desechos y estiércol bovino.

**Tabla 13** Contenido Nutricional a las 13 semanas de los tratamientos en la Producción de compost mediante el uso de Desechos vegetales y Estiércol bovino, en el Cantón La Maná, centro experimental la Playita

<b>Resultado del análisis del abono</b>					
<b>Nutriente</b>	<b>T1=E150K + V50Kg</b>	<b>T2=E100Kg + V 100 Kg</b>	<b>T3=E50Kg + V150Kg</b>	<b>T4=E200Kg</b>	<b>T5=V200Kg</b>
<b>N</b>	2,4 %	2,6 %	2,3 %	2,4 %	2,4 %
<b>P</b>	0,34 %	0,4 %	0,33 %	0,45 %	0,51 %
<b>K</b>	1,31 %	1,47 %	1,23 %	1,42 %	1,44 %
<b>Ca</b>	1,37 %	1,41 %	1,39 %	1,38 %	1,63 %
<b>Mg</b>	0,62 %	0,58 %	0,69 %	0,41 %	0,43 %
<b>S</b>	0,16 %	0,19 g%	0,2 %	0,16 %	0,25 %
<b>B</b>	26 ppm	22 ppm	23 ppm	28 ppm	27 ppm
<b>Zn</b>	94 ppm	92 ppm	94 ppm	106 ppm	97 ppm
<b>Cu</b>	26 ppm	24 ppm	25 ppm	32 ppm	39 ppm
<b>Fe</b>	1170 ppm	1176 ppm	1175 ppm	1216 ppm	1209 ppm
<b>Mn</b>	363 ppm	264 ppm	531 ppm	241 ppm	159 ppm

**Fuente:** Laboratorio de suelos, Tejidos Vegetales y Aguas del INIAP (2023).

Al analizar cada uno de los tratamientos se puede observar que existe una mayor concentración de nitrógeno y potasio en el T2= E100kg + V100kg con un 2.6% de N y un 1.47% de K, seguido del T5= V200kg el cual presentó un 2.4% de N, 0.51% de P y 1.44 de K.

En la Tabla 14 se muestra el contenido nutricional del análisis realizado a las 13 semanas del compostaje, por lo cual se transformó mediante una regla de tres simple para determinar la cantidad en gramos contenidos en Un Kilogramo del compost, el más alto en cuanto a nitrógeno fue el tratamiento T2=E100kg+V100kg con 26g seguido del T5=V200kg con 26g

**Tabla 14** Interpretación del Análisis en gramos en la Producción de compost mediante el uso de Desechos vegetales y Estiércol bovino, en el Cantón La Mana, centro experimental la Playita

<b>Contenido nutricional por Kg de abono</b>					
<b>Nutriente</b>	<b>T1=E150Kg + V50Kg</b>	<b>T2=E100 + V100Kg</b>	<b>T3= E50Kg + V150Kg</b>	<b>T4=E200K g</b>	<b>T5=V200Kg</b>
<b>N</b>	24 g	26 g	23 g	23 g	24 g
<b>P</b>	3,4 g	4 g	3,3 g	3,3 g	5,1 g
<b>K</b>	13,1 g	14,7 g	12,3 g	12,3 g	14,4 g
<b>Ca</b>	13,7 g	14,1 g	13,9 g	13,9 g	16,3 g
<b>Mg</b>	6,2 g	5,8 g	6,9 g	6,9 g	4,3 g
<b>S</b>	1,6 g	1,9 g	2 g	2 g	2,5 g
<b>B</b>	0,03 g	0,02 g	0,02 g	0,03 g	0,03 g
<b>Zn</b>	0,09 g	0,09 g	0,09 g	0,11 g	0,10 g
<b>Cu</b>	0,03 g	0,03 g	0,03 g	0,03 g	0,04 g
<b>Fe</b>	1,17 g	1,18 g	1,18 g	1,22 g	1,21 g
<b>Mn</b>	0,36 g	0,26 g	0,53 g	0,24 g	0,16 g

Elaborado por: Castro & Gavilanez (2023)

## **12. IMPACTOS**

### **Ambientales**

Al desarrollar este tipo de investigación se apoya a la agricultura, reduciendo la cantidad de residuos orgánicos que van a parar a los vertederos o ríos, lo que a su vez disminuye el surgimiento de gases efecto invernadero. El compostaje mejora la calidad el suelo al aportar nutrientes y mejorar su estructura sin degradar el medio edáfico, favoreciendo a la rehabilitación de nutrientes en el suelo, aportando así un mejor crecimiento y desarrollo de muchos cultivos, mitigando así impactos ambientales de los desechos vegetales y estiércol.

### **Económicos**

La elaboración de compost permite tener un ingreso económico extra por la venta de compost a agricultores, viveros y particulares, reduciendo así los costos de gestión de residuos al disminuir la cantidad de desechos que van a vertederos, generando empleos y oportunidades económicas dado que es un producto demandado en la agricultura jardinería y paisajismo, mejorando la productividad y la calidad de los cultivos lo que se traduce en beneficios económico.

### **Sociales**

Se relaciona con la generación de empleo, la participación comunitaria, la sensibilización ambiental y la mejora de la calidad de vida así como el apoyo a la agricultura local. Lo que contribuye al fortalecimiento de las comunidades y al fomento de prácticas sostenibles, enseñando a las generaciones presentes y futuras sobre la importancia de reciclar componentes que están disponibles en la naturaleza, aprovechando así todo lo que se considere desperdicios o desechos teniendo un impacto positivo en la comunidad.

### **Técnico**

Proporciona una forma efectiva de gestionar los residuos orgánicos al producir un producto beneficiosos para la agricultura relacionado con la necesidad de contar con una infraestructura adecuada, conocimientos especializados, control de procesos y tecnologías para mitigar los impactos ambientales y garantizar la eficiencia del proceso de compostaje.

### 13. PRESUPUESTO

Tabla 15 Presupuesto de la investigación

<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>V. Unitario \$</b>	<b>Valor total \$</b>
<b>Materiales y equipos</b>				
Estiércol Bovino		Transporte	10.00	10.00
Desechos Vegetales		Transporte	5.00	5.00
Levadura	4	kg	1.35	5.40
Melaza	5	Galón	1.50	7.50
Plástico	60	Metros	1.50	90.00
Cañas	20	Unidad	2.00	40.00
Pala	1	Unidad	5.00	5.00
Machete	1	Unidad	5.00	5.00
Martillo	1	Unidad	5.00	5.00
Clavos	1	Libra	1.75	1.75
Piola	3	Libras	1.35	4.05
Sacos	13	Unidades	0.35	4.55
Cinta métrica	1	Unidad	13.00	13.00
Recipiente	3	Unidades	0.50	1.50
Toallas	3	Unidades	0.50	1.50
Botellón de agua	3	Unidades	1.25	3.75
Identificadores	20	Unidades	0.50	10.00
Libreta de campo	1	Unidad	1.60	1.60
Bolígrafo	1	Unidad	0.45	0.45
Impresiones	100	Hojas	0.05	5.00
Copias	250	Hojas	0.03	7.50
<b>Equipos</b>				
Water proof soil tester EC	1	Unidad	110.00	110.00
Medidor de pH	1	Unidad	25.00	25.00
Termómetro de compostaje	1	Unidad	25.00	25.00
Análisis Nutricional	5	Análisis	27.50	137.50
<b>SUB TOTAL</b>				<b>525.05</b>
<b>Improvisto (5%)</b>				<b>26.25</b>
<b>Total</b>				<b>5.51.30</b>

Elaborado por: Castro & Gavilanez, (2023)

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Se generó una mayor temperatura en el T5=V200kg, 100% desechos vegetales, alcanzando una temperatura de 38.95 °C, en la semana 3 seguido del T4=E200kg con un 38.43 °C, siendo estos dos tratamientos concentraciones puras, sin embargo, todas al final del estudio quedaron en una temperatura ambiente con un promedio de 25 °C.
- El pH durante la fase II (Termófila), descendió en la semana 3 siendo el T2=E100kg+V100kg el que presentó un pH más bajo con un valor de 4.66 durante esta fase, en comparación al T4=E200kg el cual presentó un pH de 5.68. En la fase III el pH empezó a ascender, a partir de la fase IV el pH empezó a neutralizarse con un promedio 6.9 a 7 en la semana 15 en los cinco tratamientos en estudio.
- La conductividad eléctrica (CE) subió en la fase III, donde el T2=E100kg+V100kg presentó el valor más alto en la semana 9 con un valor de 7.46, en comparación al T4=E200kg el cual presentó un valor de 3.80 siendo el más bajo durante esa semana, a partir de la cual la (CE) empezó a descender presentando los siguientes valores durante la semana 15, donde el T1=E150kg+V50kg obtuvo el valor más alto con 3.61, y el valor más bajo se presentó en el T4=E200kg con 2.04.
- El volumen de cosecha final en comparación a la inicial mostró valores diferentes, siendo el más notorio el T5=100% desechos vegetales con un peso inicial de 200 kg en el cual se obtuvo un peso final de 61.5 kg, en comparación al T4=100% Estiércol, con un peso inicial de 200 kg y una cosecha de 134.5 kg.
- Al analizar cada uno de los tratamientos se puede determinar que existe una mayor concentración de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio en el T2= E100kg+V100kg, con 2.6% de nitrógeno, 0.4% de P, 1.57% de K y 1.41% de Ca, seguido del T5= V200kg con un 2.4% de N, 0.51% de P, 1.44% de K y 1.63 de Ca.
- Dando validez a la hipótesis 1 donde se menciona que al menos un tratamiento difiere estadísticamente en la elaboración de compost en el cantón La Maná, donde la temperatura alta tiende a bajar el pH, pero no interfieren en la Conductividad eléctrica, en cuanto a resultados nutricionales las mezclas si son diferentes, donde el T2=E100kg+V100kg, presentó mayor concentración de N y K a diferencia del T5=V200kg donde presenta mayores índices de P y Ca, siendo el T5 Desechos vegetales al 100% y el T2 mezcla 50% Estiércol + 50% Desechos Vegetales.

## **Recomendaciones**

- En el proceso de descomposición se generaron dificultades al momento de voltear las mezclas, por lo que se recomienda picar los desechos para facilitar el volteo de la mezcla.
- Usar de preferencia estiércol seco o a su vez realizar investigaciones sobre el compost con diferentes estados del estiércol, como el compostaje con estiércol fresco y seco, con la finalidad de ver si estos intervienen en el proceso de compostaje.
- Se recomienda tener un continuo volteo de la mezcla para una mejora aireación permitiendo que los microorganismos se desarrollen de una mejor manera mejorando el proceso de descomposición.
- Colocar la pila sobre una infraestructura, la cual permita que los lixiviados fluyan y no interfieran en el proceso de descomposición lo cuales podrían presentar un encharcamiento o exceso de humedad.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, B. (17 de Febrero de 2021). Que son las leguminosas. Obtenido de [ecologiaverde.com](https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-leguminosas-2705.html):  
<https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-leguminosas-2705.html>
- Aldaz, K. V. (2014). [udla.edu.ec](https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2516/1/UDLA-EC-TIAM-2014-17.pdf). Obtenido de Aprovechamiento de residuos solidos organicos producidos por la floricola Highland blossoms S.A mediante la elaboracion de compost:  
<https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2516/1/UDLA-EC-TIAM-2014-17.pdf>
- Alissia, L., Sahagún, M., Eduardo, G., & Enrique, P. (2015). Caidad Agronómica de composta con residuos de cítricos. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 2, 354. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias\\_Naturales\\_y\\_Agropecuarias/vol2num3/Ciencias%20Naturales%20y%20Agropecuarias%20Vol%202%20Num%203%20Final\\_1.pdf](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol2num3/Ciencias%20Naturales%20y%20Agropecuarias%20Vol%202%20Num%203%20Final_1.pdf)
- Arellano, L. (2017). El estiércol, material de desecho, de provecho y algo más. Obtenido de [inecol.edu.mx](http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/estiercol_material_de_desecho.pdf):  
[http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV\\_pdf/libros/estiercol\\_material\\_de\\_desecho.pdf](http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/estiercol_material_de_desecho.pdf)
- Banco Bilbao Vizcaya Argentaria S.A. (21 de Noviembre de 2023). ¿Que es el compost y cuales son sus fases? El poder del suelo vivo. BBVA. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-compost-y-cuales-son-sus-fases-el-poder-del-suelo-vivo/>
- Batalla, M. V. (2004). Verduras y Hortalizas. *Offarm*, 120 - 132. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-verduras-hortalizas-13057699>
- Biopolymers. (17 de Octubre de 2022). Descubre el proceso de compostaje . Obtenido de [primebiopol.com](https://primebiopol.com/descubre-el-proceso-de-compostaje/): <https://primebiopol.com/descubre-el-proceso-de-compostaje/>
- Borrero, C. A. (21 de Marzo de 2012). Abonos Organicos. Obtenido de [infoAgro.com](https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp):  
[https://www.infoagro.com/documentos/abonos\\_organicos.asp](https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp)
- Brito, H. (Octubre de 2016). Obtencion de compost a aprtir de residuos solidos organicos generados en el Mercado Mayorista del canton Riobamba. *European Scientific Jounal*, 12. doi:11.19044/esj.2016.v12n29p76

- Compostaenred. (29 de Mayo de 2019). ¿Que es el compostaje?¿Que es el compost? Obtenido de [compostaenred.org:  
https://compostaenred.org/Compostpedia/index.php/¿Qué\\_es\\_el\\_compost%3F](https://compostaenred.org/Compostpedia/index.php/¿Qué_es_el_compost%3F)
- Curran, C. C. (28 de Noviembre de 2009). Los frutales. Obtenido de [floresyplantas.net:  
https://www.floresyplantas.net/los-frutales/](https://www.floresyplantas.net/los-frutales/)
- Escobar, L. (05 de Mayo de 2017). ¿Los citricos van a la compostera? Obtenido de [micompas.com:  
https://www.micompas.com/post/los-cítricos-van-a-la-compostera#:~:text=En%20poca%20cantidad%2C%20los%20cítricos,de%20ventilaci%20en%20la%20compostera.](https://www.micompas.com/post/los-cítricos-van-a-la-compostera#:~:text=En%20poca%20cantidad%2C%20los%20cítricos,de%20ventilaci%20en%20la%20compostera.)
- Fernández, E. (02 de Abril de 2007). ¿Quien invento el compost? Obtenido de [Muy interezante:  
https://www.muyinteresante.com/curiosidades/8455.html](https://www.muyinteresante.com/curiosidades/8455.html)
- Garcia, J. (24 de 5 de 2022). Compostaje industrial: fases del proceso. Obtenido de [Aimplas,  
\[Blog\]: https://www.aimplas.es/blog/compostabilidad-industrial-fases-del-proceso-de-compostaje/](https://www.aimplas.es/blog/compostabilidad-industrial-fases-del-proceso-de-compostaje/)
- George. (06 de Mayo de 2019). Que son los abonos organicos y tipos. Obtenido de [mundodeportivo.com:  
https://www.mundodeportivo.com/uncomo/hogar/articulo/que-son-los-abonos-organicos-y-tipos-49547.html](https://www.mundodeportivo.com/uncomo/hogar/articulo/que-son-los-abonos-organicos-y-tipos-49547.html)
- Gonzales, B. M. (2007). Clasificacion y manejo de residuos solidos organicos del mercado y camal municipal dle cantón Buena Fe para la obtencion de compost. Obtenido de [repositorio.uteq.edu.ec:  
https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/900a36f0-7842-4507-826c-ee675a9ef9fe/content](https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/900a36f0-7842-4507-826c-ee675a9ef9fe/content)
- Gonzales, H. R. (04 de 2005). Efectos del compost vegetal y humus de lombriz en la produccion sostenible de capitulos florales en *Calendula Officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. Scielo. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962005000100008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962005000100008)
- Gordillo, C. &. (2010). Evaluacion comparativa de la calidad de compost producido a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros. Obtenido de [dspace.espol.edu.ec:  
https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/9112/1/Evaluación%20Comparativa%20de%20la%20calidad%20del%20compost.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/9112/1/Evaluación%20Comparativa%20de%20la%20calidad%20del%20compost.pdf)



- Gozálvez, V. (2017). Las leguminosas, clave para la gestión de los agrosistemas y en la alimentación ecológica. Valencia, España: SEAE - Sociedad Española de Agricultura Ecológica/Agroecología. doi:978-84-944694-5-9
- Gutiérrez, J. C. (2022). Que es un buen compost y como aplicarlo. Obtenido de crslaboratorio.es: <https://csrlaboratorio.es/laboratorio/agricultura/fertilizantes-y-abonos/que-es-un-buen-compost-y-como-aplicarlo/>
- Guzman, K. M. (Abril de 2015). “comportamiento agronómico y valor nutricional del pasto alambre (*Brachiaria decumbens*), y pasto guinea mombasa. Obtenido de repositorio.utc.edu.ec: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3515/1/T-UTC-00792.pdf>
- Haug, R. T. (2009). The practical Handbook of compost engineering. CRC Press. doi:9780873713733
- Hernández, M. (14 de Mayo de 2019). ¿Que son los residuos organicos?¿Como es el tratamiento de residuos? Obtenido de [Entrada de blog]: <https://masterresiduos.umh.es/2019/05/14/que-son-los-residuos-organicos-como-es-el-tratamiento-de-residuos/#:~:text=El%20tratamiento%20de%20residuos%20orgánicos%20se%20puede%20realizar%20por%20compostaje,puede%20utilizar%20como%20abono%20orgánico.>
- Hoyas, A. G. (01 de Abril de 2022). icesx.es. Obtenido de Estudio de Mercado: <https://www.icesx.es/content/dam/es/icesx/oficinas/096/documentos/2022/07/documentos-anexos/DOC2022910503.pdf>
- Ibañez, J. J. (04 de Abril de 2006). Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo. Obtenido de Madrimasd.org: <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/04/04/17409>
- INEC. (2015). Caracterización de los Residuos Sólidos producidos por tipo de residuo (Área Urbana). Obtenido de aplicaciones3.ecuadorencifras.gob.ec: <https://aplicaciones3.ecuadorencifras.gob.ec/BIINEC-war/index.xhtml>
- Mariouni, A. (2020). Composting for Sustainable (Vol. 3). Rajasthan: Springer . doi:10.1007/978-3-319-08004-8\_2

- Márquez, J. M., & López, O. E. (2016). Elaboracion de compost mediante el metodo tukakara y analisis comparativo de su riqueza nutricional con compost tradicional en el relleno sanitarios del cantón Yantzaza. Obtenido de dspace.unl.edu.ec: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/17757>
- Márquez, P., Diaz, M., & Cabrera, F. (2017). Factores que afectan el compostaje. Factores que afectan el compostaje. Universidad de Huelva. Facultad de Ciencias Experimentales, campus El Carmen, Sevilla, España. Obtenido de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>
- Martinez, L. I. (2008). Ministerio de Agrultura, Pesca y Alimentacion (MAPA). Obtenido de [mapa.gob.es](http://mapa.gob.es): [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1994\\_01.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf)
- Mora, J. M. (2013). Efectos de aplicacion de fitohormonas sobre el crecimiento y rendimiento de forraje del pasto Dallis (*Brachiaria decumbens*), en la zona de Febres-cordero, provincia de Los Rios. Obtenido de dspace.utb.edu.ec: <http://dspace.utb.edu.ec/browse?type=subject&value=Pasto+Dallis>
- Mulato, M. M. (2018). Elaboracion de compost con diferentes fuentes, proporciones y evaluacion de la calidad en el Distrito de San Geronimo de Tun. Obtenido de [continental.edu.pe](http://continental.edu.pe): [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4693/1/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Mancha\\_Mulato\\_2018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4693/1/IV_FIN_107_TE_Mancha_Mulato_2018.pdf)
- Muñoz, E. A. (2022). "gestion de los residuos solidos de la actividad comercial en la asociación de comerciantes minoristas 15 de julio del cantón La Maná, año 2022". Obtenido de [uteq.edu.ec](http://uteq.edu.ec): <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cd528c04-a277-40b6-9507-478b1a1e270f/content>
- Noble, P. M. (2015). Optimizzacion en el tratamiento integral de los residuos solidos y liquidos (compost-biol), de la materia aorganica y de improprios lixiviados en la gestion integral de residuos solidos de la "EMMAI-BCP-EP". Obtenido de [dspace.esPOCH.edu.ec](http://dspace.esPOCH.edu.ec): <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4795/1/96T00330%20UDCTFC.pdf>
- Ortiz, V. E. (14 de Febrero de 2020). Manejo de estiércol. Obtenido de [bmeditores.mx](http://bmeditores.mx): <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/manejo-del-estiercol/>

- OSPAT. (27 de Enero de 2017). Con el compost devolvemos valiosos nutrientes al suelo. Obtenido de [Entrada de blog], ospat.com: <https://www.ospat.com.ar/blog/con-el-compost-devolvemos-valiosos-nutrientes-al-suelo/#:~:text=La%20materia%20orgánica%20del%20suelo,químicas%20y%20biológicas%20del%20suelo.>
- PASFEC. (2022). Alimentos . Obtenido de Programa de alimentacion y salud de la fundacion Española del corazon: [https://fundaciondelcorazon.com/nutricion/alimentos/794-frutas.html#:~:text=Características%20nutricionales%20de%20las%20frutas&text=Proporcionan%20un%20importante%20aporte%20vitamínico,sulfatos%2C%20fosfatos%2C%20cloruros\).](https://fundaciondelcorazon.com/nutricion/alimentos/794-frutas.html#:~:text=Características%20nutricionales%20de%20las%20frutas&text=Proporcionan%20un%20importante%20aporte%20vitamínico,sulfatos%2C%20fosfatos%2C%20cloruros).)
- Pérez, N. (2018). Compostaje vs residuos orgánicos. Obtenido de monografias.com: <https://www.monografias.com/trabajos46/compostaje/compostaje2>
- PRONACA. (2021). Ganasal. Obtenido de procampo.com.ec: <https://www.procampo.com.ec/index.php/ganasal-engorde>
- Recena, A. (2021). El estiércol y su relación con la sostenibilidad. Obtenido de [Entrada de blog]: <https://www.alltech.com/es-es/blog/el-estiercol-y-su-relacion-con-la-sostenibilidad>
- Roben, E. (2002). Manual de compostaje para municipios. Obtenido de Web-Resol- Todo sobre limpieza urbana y residuos sólidos!: <http://www.resol.com.br/Cartilha7/ManualCompostajeparaMunicipios.pdf>
- Rodriguez, D. Y. (19 de Julio de 2013). ¿Que es el compostaje? Obtenido de concienciaeco.com: <https://www.concienciaeco.com/2013/07/19/que-es-el-compostaje/>
- Rojas, F., & Zeledón, E. (2007). Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características físicas, químicas y biológicas del compost. Hacienda Las Mercedes, Managua. 2005. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnq02r741.pdf>
- Samaniego, E. (20 de Septiembre de 2023). ¿Cuales son los residuos vegetales? Obtenido de clubmeetsubishiasx.com: <https://www.clubmitsubishiasx.com/articulos/cuales-son-los-residuos-vegetales>

- Sánchez, J. L. (06 de Abril de 2023). Diseño de un plan de manejo de Residuos Solidos para el Mercado serrado "El Salto", del cantón Latacunga provincia de Cotopaxi. Obtenido de [uti.edu.ec](https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/5193/1/SEGOVIA%20SÁNCHEZ%20JOSÉ%20LUIS.pdf):  
<https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/5193/1/SEGOVIA%20SÁNCHEZ%20JOSÉ%20LUIS.pdf>
- Silva, A. F. (15 de Julio de 2015). Conductividad Eléctrica en las enmiendas orgánicas (compost): Importancia, efecto y recomendaciones. Obtenido de [Entrada de blog]: <https://www.fosacperu.com/conductividad-electrica-en-las-enmiendas-organicas-compost-importancia-efecto-y-recomendaciones/#:~:text=¿Qué%20es%20la%20conductividad%20eléctrica%3F&text=En%20lo%20que%20refiere%20al,en%20consecuencia%2C%20la%20de%20sales.>
- Torres, K. A. (04 de Agosto de 2023). Composicion quimica y transformacion de la biomasa vegetal en abono organico. Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11469/1/UTC-PIM-000725.pdf>
- Tortosa, G. (13 de Noviembre de 2013). El pH durante el compostaje. Obtenido de [Entrada de blog], Compostando Ciencia: <http://www.compostandociencia.com/2013/11/ph-en-el-compostaje-html/>
- Tortosa, G. (22 de Agosto de 2014). Uso del estiércol como fertilizante. Obtenido de [compostandociencia.com](http://www.compostandociencia.com): <http://www.compostandociencia.com/2014/08/uso-estiercol-como-fertilizante/>
- Tortosa, G. (14 de Febrero de 2018). La humedad influye más en la actividad microbiana del compost que su temperatura. Obtenido de [Entrada de blog], Compostando Ciencia: <http://www.compostandociencia.com/2018/02/la-humedad-influye-mas-en-la-actividad-microbiana-del-compost-que-su-temperatura/>
- Tortosa, G. (18 de Agosto de 2019). Materiales para compostar: estiércol de vaca. Obtenido de [compostandociencia.com](http://www.compostandociencia.com): <http://www.compostandociencia.com/2019/08/materiales-para-compostar-estiercol-de-vaca/>
- Trujillo, J., & Díaz, L. (2023). Propuesta de implementación del servicio de compostaje en la empresa Clementina Orgánicos en Guasca - Cundinamarca. Obtenido de [ciencia.lasalle.edu.co](http://ciencia.lasalle.edu.co):

[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=3069&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=3069&context=ing_ambiental_sanitaria)

Varela, M. (16 de Enero de 2024). El compost, o como convertir tus residuos organicos en abono natural. Obtenido de Habalndo en vidrio: <https://hablandoenvidrio.com/el-compost-o-como-convertir-tus-residuos-organicos-en-abono-natural/>

Varela, M. (16 de Enero de 2024). El compost, o cómo convertir tus residuos orgánicos en abono natural. Obtenido de Hablando en vidrio: <https://hablandoenvidrio.com/el-compost-o-como-convertir-tus-residuos-organicos-en-abono-natural/>

Vasconez, T. M. (2023). uagraria.edu.ec. En Propuesta de diseño de un sistema de compostaje para la gestion de desechos solido organicos del recinto el progreso, cotopaxi (págs. 27-28). Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BARRAGÁN%20VÁSCONEZ%20THALIA%20MISHEL.pdf>

Vitores, A. (3 de Enero de 2022). 7 ventajas del compost para tus cultivos. Obtenido de [Entrada de blog]: <https://sembralia.com/blogs/blog/7-beneficios-compost>

Volta. (24 de Abril de 2019). Residuos organicos.¿Que son?¿Como tratarlos? Obtenido de [voltachile.cl: https://www.voltachile.cl/residuos-organicos/#:~:text=Los%20residuos%20orgánicos%20son%20todos,otro%20tipo%20de%20materia%20orgánica.](https://www.voltachile.cl/residuos-organicos/#:~:text=Los%20residuos%20orgánicos%20son%20todos,otro%20tipo%20de%20materia%20orgánica.)