



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

# **CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

## **TESIS DE GRADO**

**USO DE COMPOSTAJE COMO ESTRATEGIA DE GESTIÓN  
DE RESIDUOS ORGÁNICOS GANADEROS EN MUTILE  
PARROQUIA SAN MATEO-ESMERALDAS.**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE  
INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

### **AUTORA**

**GABRIELA ISABEL MACAS TORRES**

### **ASESORA**

**ESTEFANÍA SANCHEZ FLORES M.Sc.**

**ESMERALDAS, AGOSTO 2020**

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCE - Esmeraldas previo a la obtención del título de INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL.

Presidente tribunal de graduación

### **Lector 1**

Mgt. Sonia Mateos Marcos

### **Lector 2**

Mgt. Freddy Quiroz Ponce

Mgt. Karla Solís Charcopa

### **Coordinadora de la Carrera de Gestión Ambiental**

Estefanía Sánchez Flores M.Sc.

### **Directora de Tesis**

Esmeraldas, 27 de Agosto de 2020.

## **AUTORÍA**

Yo, Gabriela Isabel Macas Torres, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtico y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCE- Sede Esmeraldas.

---

Gabriela Isabel Macas Torres

C.I. 085002785-5

## **DEDICATORIA**

Eternamente agradecida con Dios por darme fuerza y luz para conseguir el más  
anhelado objetivo y no decaer cuando se me presentaba obstáculos.

En segunda instancia esta dedicación a mis padres José Macas y Gloria Torres por  
brindarme su amor infinito y apoyo incondicional en cada momento que los necesitaba,  
también a mis hermanos por sus consejos y motivación.

*A mi familia.*

*Por el apoyo incondicional.*

## **AGRADECIMIENTO**

A **Dios** y mi **familia**, por el apoyo incondicional para el cumplimiento de mis objetivos.

A **Mgt. Estefanía Sánchez Flores**, mi directora de tesis, por la asistencia permanente y cooperación, que sin ella no hubiera podido terminar la tesis.

A **Mgt. Sonia Mateos** y **Mgt. Freddy Quiroz Ponce**, mis lectores, por la atención brindada al momento de responder los planteamientos con respecto al proyecto de investigación.

A **Pedro Jiménez, Jon Molinero** y **Rubén Vinueza** por ser guías y apoyo incondicional en los cuestionamientos planteados.

# INDICE

AUTORÍA.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ABREVIATURAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABLAS .....	9
LISTA DE ANEXOS .....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT .....	11
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.2. Justificación .....	14
1.3. Objetivos:.....	15
1.3.1. Objetivo General .....	15
1.3.2. Objetivos Específicos .....	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Bases teórico -científicas .....	15
2.1.1. Generación de residuos.....	15
2.1.2. Residuos de la Actividad Ganadera.....	17
2.1.3. Tratamiento de residuos .....	18
2.1.4. Compostaje .....	19
2.2. Antecedentes .....	21
2.3. Marco legal .....	22
3.1. Área de estudio .....	24
3.2. Recolección de datos .....	25
3.2.1. Diagnóstico de gestión de residuos.....	25
3.2.2. Población y Muestra .....	25
3.2.3. Tratamiento de residuos agropecuarios mediante técnica de compost .....	26
3.3. Análisis de datos .....	29
3.4. Análisis Costo y beneficio .....	29
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	30
4.1. Análisis e Interpretación de Resultados.....	30
4.1.1. Diagnóstico de gestión de residuos.....	30
4.1.2. Resultados de análisis de tratamientos.....	35
4.1.3. Resultados del análisis Costo y Beneficio .....	38

<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b> .....	41
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES</b> .....	45
<b>CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES</b> .....	46
<b>CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	47
<b>TABLAS</b> .....	54
<b>FIGURAS</b> .....	56
<b>ANEXOS</b> .....	58

## **ABREVIATURAS**

**°C:** Grados centígrados

**gr:** Gramo

**kg:** Kilogramo

**>:** Mayor que

**<:** Menor que

**pH:** Potencial de hidrógeno

**%:** Porcentaje

**PNGIDS:** Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos

**MAE:** Ministerio del Medio Ambiente

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Área de estudio: Mutile-San Mateo. ....	25
<b>Figura 2.</b> Fórmula del tamaño de la muestra .....	26
<b>Figura 3.</b> Pregunta 1.- ¿Cuál es el tamaño de su predio pecuario? .....	30
<b>Figura 4.</b> Pregunta 2.- ¿Cuál es la generación de residuos ganaderos estimados que produce su ganado?.....	31
<b>Figura 5.</b> Pregunta 3.- ¿Cuántas vacas tiene en su predio pecuario?.....	32
<b>Figura 6.</b> Pregunta 4.- ¿Realiza algún tratamiento de los residuos ganaderos?.....	32
<b>Figura 7.</b> Pregunta 5.- ¿Cuántos chanchos tiene en su predio pecuario?.....	33
<b>Figura 8.</b> Pregunta 6.- Tiene cultivos en su predio Sí_ No_ .....	34
<b>Figura 9.</b> Pregunta 7.- ¿Sabe qué es el compostaje? Sí_ No_.....	34
<b>Figura 10.</b> Pregunta 8.- ¿Estaría dispuesto a aplicar la técnica del compostaje?.....	35
<b>Figura 11.</b> Prueba de Tukey para temperatura .....	36
<b>Figura 12.</b> Prueba de Tukey para pH .....	37
<b>Figura 13.</b> Prueba de Tukey para humedad .....	37
<b>Figura 14.</b> Comportamiento de temperatura a través del tiempo.....	56
<b>Figura 15.</b> Comportamiento de pH a través del tiempo.....	57
<b>Figura 16.</b> Comportamiento de humedad través del tiempo.....	58

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Tratamientos del diseño experimental del compost.....	27
<b>Tabla 2</b> Materiales de campo .....	28
<b>Tabla 3</b> Análisis de varianza de: temperatura, pH y humedad .....	35
<b>Tabla 4</b> Peso final de residuos .....	38
<b>Tabla 5</b> Costos de producción para los tratamientos .....	38
<b>Tabla 6</b> Ganancias y Rendimientos para los tratamientos .....	39
<b>Tabla 7</b> Relación costo/beneficio con tasa de interés 15 % .....	40
<b>Tabla 8</b> Análisis de varianza de temperatura .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 9</b> Análisis de varianza de pH .....	54
<b>Tabla 10</b> Análisis de varianza de humedad.....	54
<b>Tabla 11</b> Prueba de Tukey de temperatura .....	55
<b>Tabla 12</b> Prueba de Tukey de pH.....	55
<b>Tabla 13</b> Prueba de Tukey de humedad .....	55

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Encuesta a los predios pecuarios .....	58
<b>Anexo 2.</b> Fotografías.....	60

## RESUMEN

La presente investigación surge como una estrategia de gestión de residuos agropecuarios para un aprovechamiento eficaz de los residuos rurales producidos en las fincas agropecuarias, para lo cual se construyó una caseta techada de una extensión 6x5m constituidas con doce unidades experimentales de 1 metro de largo, 1,5 metro de ancho y 1 metro de altura, para protegerlas de las condiciones climáticas y luz solar en la finca “Familia Macas”. Se empleó un diseño completamente al azar constituido con tres tratamientos y un control cada uno, con tres réplicas adaptado a la metodología propuesta por Mollinedo. Se puede destacar que para los tratamientos se trabajó con distintas concentraciones de aditivos de residuos agropecuarios por ende cada semana se hacía un control de temperatura, pH y humedad para un monitoreo más exhaustivo del estado de la materia orgánica. Con relación a la temperatura existieron diferencias significativas entre tratamientos y entre tratamiento\*semana, y diferencias altamente significativas entre semanas. Este hecho puede estar relacionado al aumento de temperatura que se da en la mitad del ciclo. Con relación al pH, solo se encuentran diferencias significativas entre las semanas, y no entre los tratamientos y con la humedad existieron diferencias significativas entre tratamientos\*semana y altamente significativas entre tratamientos. Finalmente, con el tercer objetivo la relación costo/beneficio se estimó valores mayores en el control, tratamiento 2 y tratamiento 3, excepto el tratamiento 1 con valor mínimo y es importante resaltar que el control obtuvo la mayor relación costo/beneficio con 1,31, siendo el tratamiento con más rentabilidad económica.

**Palabras clave:** Gestión, residuos agropecuarios, temperatura, humedad, pH, costo/beneficio.

## **ABSTRACT**

The present investigation arises as a strategy of management of agricultural residues for an efficient use of the rural residues produced in the agricultural farms, which was built with a booth roof of a 6x5m made up of twelve experimental units 1 meter long, 1.5 meter wide and 1 meter high to protect them from weather conditions and in the sunlight “Familia Macas” farm. A completely randomized design consisting of three treatments and a control, each with three replicates was used adapted to the methodology proposed by Mollinedo (2009). It can be noted that for the treatments it was worked with different concentrations of agricultural waste additives therefore every week a temperature, pH and humidity control was done for a more thorough monitoring of the status of the organic matter. Regarding temperature, there were significant differences between treatments and treatment\*weeks, and highly significant differences between, this fact may be related to the increase in temperature that occurs in the middle of the cycle. Regarding pH, only significant differences were found between weeks and not between treatment. With humidity, there were significant differences between treatments\*week and highly significant between treatments. Finally with the third objective the cost/Benefit ratio is estimated as higher values in control, treatment 2 and treatment 3, except treatment 1 with minimum value and it is important to highlight that the control obtained the highest cost/Benefit ratio with 1.31, the treatment with the highest economic profitability.

**Keywords:** Management, agricultural residues, temperature, humidity, pH, cost / benefit.

## CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene la intención de dar una alternativa a la gestión de residuos de origen ganadero que se genera en el sector Mutile, parroquia rural de San Mateo del Cantón Esmeraldas, mediante el empleo de la técnica del compostaje. Es importante mencionar que las diversas actividades económicas, principalmente la agricultura y la ganadería, están haciendo uso intensivo de los recursos naturales; donde se requiere la remoción de bosques, preparación del suelo con diferentes productos químicos para cultivar y también criar ganado. Todo esto se da con la intención de generar alimentos en menor tiempo y alcanzar una rentabilidad económica óptima (Silva, Correa, 2009), pero al mismo tiempo provocan degradación de ecosistemas, erosión acelerada, compactación, acidificación, disminución en el volumen de materia orgánica, pérdida de diversidad y riqueza del suelo (Silva. Correa, 2009); además de generar diferentes tipos de residuos que contamina al suelo, el aire y el agua.

Se define a los residuos, como el conjunto de materiales o restos de una actividad que no tienen ningún valor para el que los generó, pero sí una importancia potencial comercial por su recuperación. Se clasifica en dos tipos: orgánicos e inorgánicos (Arias, Seilles, 2014). Los residuos inorgánicos son, en su mayoría generados por la transformación industrial de materia prima, entre ellos se tienen a los plásticos, el papel, el vidrio y los metales (Arias, Seilles, 2014). Los residuos orgánicos son de origen biológico, entre ellos los restos de alimentos necesarios en la dieta del hombre, restos de cosecha provenientes de los procesos agrícolas y los de origen pecuario como excrementos, lanas, uñas generados por animales, etc.; estos tienen un posible tratamiento mediante el compostaje (Arias, Seilles, 2014).

En la producción pecuaria de Esmeraldas, la crianza de ganado bovino criollo se destaca de las demás actividades. Los productos generados como carne y leche son para consumo local, aunque sus sistemas de producción son primitivos y la rentabilidad es baja (AGROCALIDAD, 2010).

Sin embargo, el manejo de los excrementos de ganado bovino no ha tenido un manejo adecuado y durante su descomposición libera a la atmósfera el gas metano de efecto invernadero (Prieto, Fajardo, 2015). Esta problemática se encuentra en las fincas de Mutile que crían y comercializan el ganado para las tercenas de la ciudad de Esmeraldas, pero los residuos bovinos no tienen una adecuada disposición final, descargándose en

cuerpos de agua o a campo abierto debido a que los pobladores desconocen de las problemáticas de esta práctica y de los posibles tratamientos (Acuña, 2015).

En este sentido, disponer el estiércol de ganado sin un tratamiento es una de las principales fuentes de contaminación ambiental y da inicio al origen de vectores y enfermedades. Además, de que el empleo del estiércol fresco o seco sin tratar como fertilizante, no es recomendable para los usos agrícolas, las plantas requieren de un previo proceso de descomposición para obtener los nutrientes que se requieren (Prieto, Fajardo, 2015).

Con estas condiciones, en el presente estudio la elaboración de compost como mecanismo de gestión de residuos ganaderos y agrícolas, se convertirá en una alternativa para el manejo adecuado de estos subproductos, fortaleciendo los conocimientos tradicionales de los abonos orgánicos, además de posiblemente ser una fuente de ingresos rentables paralela a la cría de ganado de los campesinos de Mutile.

### **1.1.Planteamiento del problema**

La actividad ganadera que se realiza en Mutile es la crianza de ganado criollo, la misma que da ingresos económicos, Sin embargo, genera grandes volúmenes de residuos de origen bovinos (excremento), donde se va a requerir aplicar técnicas y sistemas de tratamiento para una adecuada disposición de éstos.

El problema ambiental que se presenta en Mutile es el inadecuado manejo que se les da a los residuos que en gran parte se debe por la falta de involucramiento de las autoridades cantonales de saneamiento y por no poseer tecnologías para el tratamiento de residuos por parte de los predios pecuarios. Muchas veces no canalizan los residuos porcinos y bovinos y son arrojados a los ríos del sector o campos abiertos.

## **1.2. Justificación**

La poca cobertura de servicios de gestión y recolección de residuos sólidos municipales y parroquiales (de forma específica rurales) del Ecuador, provoca que los habitantes arrojen sus residuos a espacios abiertos, a los ríos o los incineran, generando impactos ambientales negativos a los recursos: agua, suelo y aire (Garro, 2016).

La población de Mutile-San Mateo se dedica a la agricultura, ganadería, así como al comercio de materia prima obtenida de éstos. Dichas actividades generan grandes cantidades de residuos orgánicos, que son arrojados a suelos fértiles y cauces hídricos, provocando graves problemas ambientales como: contaminación de agua, contaminación de suelo, así como la propagación de vectores y la transmisión de enfermedades.

El presente estudio pretende realizar una correcta gestión de residuos de orígenes bovinos, porcinos y maíz, mediante la elaboración de compost, medida que además podría darles un ingreso extra a los dueños de los predios pecuarios del lugar. Para gestionar los residuos agropecuarios se tomó en consideración aquellos residuos generados por la Finca Familia Macas, los mismos que no están siendo gestionados técnicamente. Esta medida podría darles a los agricultores y ganaderos una alternativa económica, social y ambiental a sus predios pecuarios a través del compostaje como estrategia de gestión de residuos.

La técnica de compostaje es un procedimiento de tratamiento de los residuos sólidos orgánicos, para aportar al suelo nutrientes para el cultivo de plantas; reduciendo así la contaminación (Alzate, Rubio, 2017). El compost es considerado como la mejor medida para la recuperación del suelo, además, es fácil de producir y rentable si se quiere comercializar, y evita que se sigan usando fertilizantes químicos.

Es importante aclarar que se pretende evaluar el rendimiento del abono orgánico, con un análisis costo y beneficio para demostrar la rentabilidad del proyecto, y de esta manera aprovechar económicamente los residuos sólidos y aplicarlo en cultivos agrícolas de las fincas agropecuarias.

### **1.3.Objetivos:**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Evaluar el uso de compostaje como estrategia de gestión de residuos orgánicos ganaderos en Mutile parroquia San Mateo-Esmeraldas.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la gestión actual de residuos agrícolas y ganaderos de los predios pecuarios de Mutile
- Gestionar los residuos ganaderos de un predio pecuario a través de la técnica del compostaje
- Analizar la aplicabilidad del compostaje como técnica de gestión de residuos por medio de su rendimiento

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Bases teórico -científicas**

#### **2.1.1. Generación de residuos**

En los países de América Latina se considera una generación de 437,545 t/día de residuos sólidos y existe una proyección para el año 2025 de que ascenderá a más de 6.000 toneladas por día (Racines, 2018). También hay registros en zonas rurales, por lo que en estas zonas la mayoría realizan crías intensivas de animales y la mayor parte de los residuos se compone de estiércoles de animales y de materia orgánica, a pesar de que la población se ha concentrado últimamente en la zona urbana (Garro, 2016).

Actualmente, en Ecuador se genera aproximadamente 4,06 millones de toneladas métricas de residuos sólidos cada año, con una generación per cápita de 0,74 Kg. El 74% de residuos generados, son arrojados a los cuerpos de agua o a los vertederos a cielo abierto, solo el 26% restante son depositados en rellenos sanitarios tecnificados. Ante esta problemática ambiental, el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) promueve una

gestión integrada de los residuos sólidos mediante un Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS), con la finalidad de transformar la gestión de los residuos sólidos a través de estrategias encaminadas a la disminución y el aprovechamiento adecuado de los mismos, evitando el uso de los vertederos municipales (Garro, 2016).

La gestión integrada de residuos sólidos constituye distintas actividades para la caracterización, el acopio, la recolección, el transporte, el tratamiento y el depósito final con el objetivo de dar solución a los problemas ambientales y sociales (Garro, 2016).

El orden jerárquico de la gestión de los residuos indica las disposiciones orientadas a disminuir y valorizar los residuos. La prevención consiste en la transformación del esquema y estructura de los componentes con el objetivo de minimizar y mejorar la calidad de los residuos, y de esta manera se lograría reducir el requerimiento de los productos (Hyman, Turner, Carpintero, 2013).

La separación es importante en la gestión de residuos porque posibilita la valorización de los productos reciclados para que tengan el uso correcto. Es por ello, por lo que la reutilización interviene como estrategia de gestión de residuos con dos opciones viables: compostaje y descomposición anaerobia de la materia orgánica que garantizan una respuesta clave en la desviación de los residuos orgánicos de los botaderos para la elaboración de abonos orgánicos y biogás, permitiendo minimizar grandes volúmenes de residuos (Hyman, Turner, Carpintero, 2013).

El reciclaje se basa en recolectar y transformar materiales usados en nuevos productos para ser utilizados y por último valorizar los elementos que a través de la clasificación y tratamientos se crean nuevos productos. También interviene la valorización energética que consiste en la eliminación de los desechos a través de tecnologías más modernas donde se podría obtener energía (Hyman, Turner, Carpintero, 2013).

## 2.1.2. Residuos de la Actividad Ganadera

La extensión de suelos utilizados para actividades agropecuarias en Ecuador durante 2016 fue de 4.872.049,88 ha, destinadas a: pastos 2.332.698,09 ha, cultivos estables: 1495.148,56 ha, cultivos temporales: 1.044.203,24 ha (INEC, 2016).

El contenido de residuos bovinos y porcinos es variado ya que contiene estiércol y purines; este último comprende aquellas deyecciones líquidas expulsada por los animales mencionados, los mismos que van a depender del tipo de alimentos, variación climática y aguas de limpieza (UPA, 2008).

Los residuos bovinos y porcinos comprenden aquellos que se producen por la cría intensiva, después de haber pasado el animal por diferentes procesos digestivos (Cornejo, Wilkie, 2010)

El estiércol es una deyección de tipo líquida o sólida y la gestión de este elemento se compone en diferentes usos agrícolas, como abono para cultivos forrajeros llamada también compostaje que estabiliza la materia mediante restos de cosechas, estiércoles bovinos, abonos verdes y biometanización como un tipo de fermentación que produce biogás y digestato. La valorización de dichos residuos puede desarrollarse al darse un aprovechamiento máximo al fertilizante, su contenido líquido y la facultad de producir energía (UPA, 2008).

Los purines de animales tienen un 85% de humedad, lo cual se compone de los alimentos que ingiere el animal desde las proteínas, hasta el agua de limpieza que se usan en el área ganadera. El material orgánico es variable y depende de muchas veces de la especie, la edad, el tipo de alimentación y el tratamiento que se le da a los residuos (Rufete, 2015).

Los residuos agrícolas provienen de las labores agrícolas, forestales o ganaderas, que llegan a contaminar los cauces hídricos, debido que no tienen un tratamiento adecuado. Se producen en enormes volúmenes y están esparcidos en el mundo. Todos los productos agrícolas están compuestos totalmente por agua y fuentes de carbohidratos que fácilmente se descomponen biológicamente y por ello son aprovechables para producir biocombustibles, biofertilizantes y compost. Este último es un producto aprovechable en los cultivos agrícolas por lo que es un importante como acondicionador de suelos (Eche, 2013).

Por ejemplo, en la actividad cacaotera se desperdicia la pulpa y la cáscara, lo cual propagan un hongo del género *Phytophthora* que afecta económicamente el sector cacaotero. A través de estudios en México hallaron que la pectina y fibras provenientes de estos residuos agrícolas resulta beneficiosos en la industria alimentaria para elaboración de galletas mermeladas naturales (Eche, 2013).

### **2.1.3. Tratamiento de residuos**

El tratamiento es la transformación de las propiedades fisicoquímicas y biológicas de los residuos orgánicos e inorgánicos con la finalidad de disminuir su peligrosidad, contrastar su amenaza ambiental y favorecer el manejo de éstos (Eche, 2013). Existen muchas técnicas de disposición de residuos orgánicos desde ser tratados en rellenos de residuos, incineración, compostaje, donde los residuos son aprovechados efectivamente en los diferentes cultivos. Entre las técnicas mencionadas, el compostaje es la más representativa y adaptable, tanto para el sistema ecológico y económico, siendo una buena alternativa para el reciclaje y aprovechamiento de residuos orgánicos urbanos y rurales (Eche, 2013).

Por ejemplo, la incineración de los residuos generados es la eliminación total de residuos a través de la combustión controlada dentro de establecimientos apropiados, con la finalidad de minimizar la cantidad de residuos y transformarlos en materia inerte, también se obtiene la recuperación energética de los materiales procesados. El calor obtenido de la incineración se puede utilizar para producir gas y energía para recalentamiento por canales o proveer vapor a procesamientos industriales adyacentes. (Amaya, 2014). La gasificación y pirólisis son técnicas viables y eficientes ya que son clasificadas con instrumentos no perjudiciales diferentes a la incineración, que consiste en la transformación térmica de los residuos mediante parámetros controlados con oxígeno para la obtención de gas y coque sólido (Mutz, Hengevoss, Hugi, Gross, 2017).

Para la generación de biogás, la técnica empleada es una descomposición anaeróbica, donde la actividad microbiana transforma la materia orgánica en biogás y bioabono. Para la obtención de estos elementos se utiliza un biodigestor para suministrar propiedades necesarias a las bacterias (Mutz, Hengevoss, Hugi, Gross, 2017). La lumbicultura

también es una opción donde se usan lombrices del tipo californiana para descomponer los residuos orgánicos para la producción de humus (Amaya, 2014).

#### **2.1.4. Compostaje**

El compostaje es empleado para tratar los residuos agropecuarios, principalmente residuos orgánicos (agrícolas o ganaderos), donde se genera abono orgánico útil para los cultivos agrícolas. Según la FAO, el compostaje es la combinación de material orgánico descompuesto por condiciones aerobias que se utiliza para enriquecer el suelo con nutrientes y que se aplica para mejorar las propiedades de suelo (Román, Martínez, Pantoja, 2013). El compostaje se da en dos condiciones: aerobias y anaerobias.

En el compostaje influyen factores de temperatura, pH, oxígeno, humedad y composición de material orgánico (Eche, 2013). El material que lo compone son restos de cosecha, estiércoles de animales, residuos orgánicos urbanos y rurales, con todos estos materiales se forma biopilas o masas orgánicas (Eche, 2013).

Para un rápido desarrollo del compost es necesario que interfieran factores de tipo químico y físico. La temperatura es un elemento muy importante para la formación del compost, así como también el grosor de las partículas y la humedad de la materia orgánica. Dentro del compostaje tipo aerobio, se destaca que la descomposición es rápida con oxígeno y moderada humedad, influyen microorganismos mesofílicos y termofílicos que ayudan a descomponer rápidamente la materia orgánica. Por otro lado, en la descomposición anaerobia se da un proceso lento sin oxígeno, por lo que se requiere de tecnología o instrumentos para acelerar la descomposición (Rufete, 2015).

Existen diferentes tipos de compost: clase A no posee impedimento para aplicarlo directamente en cultivos, debido a que cuenta con excelente calidad, cumpliendo con todas las normas de exigencia, ya que ha pasado por diferentes fases de humificación (López, 2017). Compost clase B: necesita de otros elementos para tener una calidad óptima, es necesario combinar con otros compuestos, debido que posee limitaciones. Finalmente, otro tipo de compost es el inmaduro: que, aunque ha pasado por las etapas del compostaje, ha presentado una degradación al inicio del proceso, por lo que no ha alcanzado la etapa de maduración y no es adecuado para los cultivos (López, 2017).

- **Fases del compostaje**

En el proceso de la transformación de los residuos orgánicos donde interviene las variaciones en las temperaturas se destacan tres fases con un nivel de enfriamiento:

1. **Mesofílica:** Inicia el proceso de compostaje con temperatura ambiente y en transcurso de días se eleva a 45 °C. Esto se debe a la intervención de las bacterias, que descomponen carbono y nitrógeno para producir calor. La transformación de elementos esenciales (azúcares) en ácidos orgánicos, por lo que el pH desciende a 4 (Román, Martínez, Pantoja, 2013).
2. **Termofílica:** La temperatura se mantiene entre 40-60 °C, con la aparición de nuevos microorganismos que sustituyeron a los anteriores por temperaturas elevadas que provoca acciones importantes como: descomposición de lignina, ceras, celulosa y proteínas, conversión nitrógeno en amoníaco, pH alcalino y la eliminación de bacterias y componentes fecales (*Escherichia coli* y *Salmonella spp.*) (Román, Martínez, Pantoja, 2013).
3. **Enfriamiento:** Disminución de temperatura (40-45°C) y pH, provocado por los microorganismos que han consumido el material orgánico y por el déficit de elementos nitrogenados y de carbono, puede durar varias semanas, donde los microorganismos de la primera fase aparecen nuevamente (Román, Martínez, Pantoja, 2013).
4. **Maduración:** Originan ácidos fúlvicos y húmicos, producto de la descomposición de elementos complejos de carbono que se concentran con temperatura ambiente. También parte del amoníaco se transforma en nitrato, generando olores agradables como resultado de los numerosos cambios que ha producido los residuos orgánicos durante todo el proceso de compostaje (Román, Martínez, Pantoja, 2013).

- **Métodos de compostaje**

Los métodos para hacer compost son variados dependiendo de los objetivos de cada proyecto. Se emplean desde cajones hasta pilas conformadas por materia seca o húmeda de procedencia vegetal o animal.

Dentro de los sistemas para hacer compostaje se destaca:

- Sistema abierto: Se llevan a cabo en espacios libres a través de pilas, con requerimientos de volteos permanentes para una rápida descomposición aerobia de los residuos orgánicos, por lo que generalmente se requieren más terreno para la aireación del compost (Rufete, 2015).
- Sistema cerrado: Se realiza en sitios cerrados, provocando una descomposición lenta, por lo tanto, se requiere de un mayor control del proceso del compostaje, tienen poca duración, olores desagradables y costo relativamente altos (Rufete, 2015).

El compostaje resulta importante debido que se genera un elevado porcentaje de humus, como mantenimiento y restauración de suelos fértiles. Se logra obtener un elemento maduro con una estabilidad e higienización eficiente, el cual puede ser usado sin complicaciones en los cultivos agrícolas por ser estable y no poseer sustancias tóxicas o químicas (Eche, 2013).

## **2.2. Antecedentes**

Uno de los desafíos ambientales que atraviesa las actividades agropecuarias es la generación de residuos orgánicos (estiércol, restos de cosecha, etc.). Generalmente por la falta de conocimientos sobre el manejo de los residuos, las técnicas utilizadas habitualmente son la combustión, el arrojamiento o la trituración. El compostaje facilita la gestión de los residuos de una forma más factible en producir fertilizantes apropiados para los cultivos agrícolas (Román, Martínez, 2013).

En un predio pecuario Monte Heliconia de Colombia, se recolectó 1.200 kg de cascarilla de arroz y 9.000 Kg de estiércol de cerdos, con un total de 10.200 Kg de residuos orgánicos para la formación de una pila que fue monitoreada durante seis meses mediante volteos mensuales, para el control de datos de temperatura y pH, como producto final obtuvieron un compost maduro que fue aplicado en cultivos de gramíneas para prevención de deslizamientos en edificaciones de bioingeniería y en fincas aledañas para el mejoramiento de suelo y la productividad de cultivos de frutas (Román, Martínez, 2013).

En el estudio de Nacimba, Santafé y Andueza (2018) se aislaron microorganismos celulolíticos en la parroquia Amaguaña perteneciente a Pichincha que se encontraban en las muestras tomadas de estiércol y material ruminal in situ en un camal de faenamiento para la preparación de inóculos de bacterias y hongos que fueron utilizados en 12 pilas de compost constituida por contenidos variados correspondiente a la relación C/N 34, 15 de estiércol bovino, material ruminal, melaza, urea y aserrín, el mismo que obtuvieron un producto aprovechable donde sus residuos fueron descompuestos totalmente, cuyo tratamiento óptimo fue el T2 con inóculo *Citrobacter freundii* que presentó la máxima temperatura y calidad y cabe indicar que los cambios de humedad y temperatura incidieron notablemente en el proceso de descomposición de residuos.

En el Ecuador la gestión de Gestión de Residuos Sólidos es responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) y MAE. En cuanto a la técnica de compostaje, el 28,6% de las entidades municipales realizan acciones de compostaje. Un proyecto ejecutado en Ecuador a través de una evaluación nacional ejecutada entre 2010- 2012 con el apoyo de entrevistas y visitas de campo en todos los sistemas de disposición final a nivel cantonal, dió como resultado que el 82% de las GADMs que realizan este proceso, los proyectos de compostaje son de carácter público, el 16,4% se realizan de forma mixta y el 1,6% con administración privada. La mayor parte de estos proyectos realizan programaciones municipales mientras que los recicladores de tipo informal utilizan los residuos orgánicos para alimentar animales (Gómez, Blanco, Gómez, 2015).

Dentro de las investigaciones para la generación de compost, se destaca un estudio realizado en la Parroquia Julio Andrade perteneciente a la provincia de Carchi-Ecuador por (Eche, 2013), se procesaron residuos de materia ruminal (600 Kg), sangre (600K g), vegetales (120 Kg) y tierra (2160 Kg), con un diseño de 16 unidades experimentales para la obtención de un compost natural. Donde el tratamiento 3 conformado por 75% de sangre y 25% de contenido ruminal generó gran cantidad de lixiviación, con mayor contenido de nitrógeno, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O y con referente a la relación costo/beneficio el T3R4 obtuvo el mayor rendimiento con 213 Kg y 0,76\$. (Eche, 2013).

### **2.3. Marco legal**

Los artículos 3 y 14 de la Constitución de la República del Ecuador, hacen hincapié de vivir en un ambiente sano sin perturbaciones, protegiendo el patrimonio natural del país. También se destacan los derechos de la naturaleza en el artículo 317, donde el Estado debe aplicar medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales, con la finalidad de proteger la naturaleza.

Por otro lado, el Código Orgánico Ambiental del Ecuador en los artículos 224, 225, 226, 227, 228 y 229 se menciona la gestión integral de residuos, mediante políticas públicas que se deberán ejecutar en el país donde su cumplimiento es obligatorio, contribuyendo con la prevención, desarrollo sostenible, aprovechamiento de los materiales y una correcta disposición de los residuos sólidos.

También se mencionan las responsabilidades de los GADMs, en los artículos 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237 y 238 destaca la gestión ambiental municipal a través de normativas vigentes para el cumplimiento de la jerarquía de gestión de residuos y de esta manera se tenga un mayor control y prevención sobre desechos que contaminen el ambiente, lo cual se deberá plantear sanciones a quien las incumple.

Para el tratamiento de los residuos sólidos no peligrosos, conforme a los artículos 55 y 74 del Acuerdo ministerial 061, se deben seguir una serie de acciones y regulaciones obligatorias con la finalidad de dar un amigable tratamiento y disposición final de los mismos, siguiendo las fases de la jerarquía de gestión de residuos para mitigar los impactos ambientales producidos por la acumulación de residuos sólidos.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG) en el artículo 40 de la Resolución Técnica N.º 0217, menciona que para una adecuada gestión del Estiércol y Excretas se deben tener planes de manejo ambiental para el tratamiento de éstos, rigiéndose ante normas implantadas por autoridades competentes del Ecuador.

En los artículos 14 y 18 del Acuerdo Ministerial 299 de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro para tierras fértiles se debe realizar mantenimiento con cultivos alternos aplicando abonos orgánicos que hayan sido autorizados por autoridades competentes. También es importante el reciclaje de residuos procedentes de

animales y plantas para el incremento de productividad agrícola y ganadera (Agrocalidad, 2010).

## **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Área de estudio**

El sector Mutile se encuentra en la parroquia San Mateo, limitando al norte con la parroquia Tachina, sureste con la parroquia Chinca y oeste parroquia Tabiazo y Vuelta Larga. Presenta un ecosistema de bosques húmedo-tropicales, donde sobresale el bosque protector Privado Canchalagua con estatus legal otorgada por el Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador, también cabe resaltar el Bosque Secundario para la investigación y capacitación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Bosque Secundario del cerro Las Antenas - Zapallo y Jardín Botánico Mutile (GADPR-San Mateo, 2015).

Con respecto a los parámetros climatológicos conforma una temperatura de 25 °C, precipitación 577-2650mm/año, humedad 78% y relieves agudos y moderados con mesas, colinas, llanuras fluviales y terrazas (GADPR-San Mateo, 2015).

-La población se dedica a la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza para el sustento económico de las familias y también al comercio de éstos en los centros urbanos (GADPR-San Mateo, 2015). Las tierras productivas se basan en cultivos de frutas cítricas, pastos y madera, utilizando agroquímicos, pesticidas, lo cual contaminan el medio ambiente. Dentro de la ganadería se encuentra la crianza de animales bovinos, porcinos y avícolas (GADPR-San Mateo, 2015).

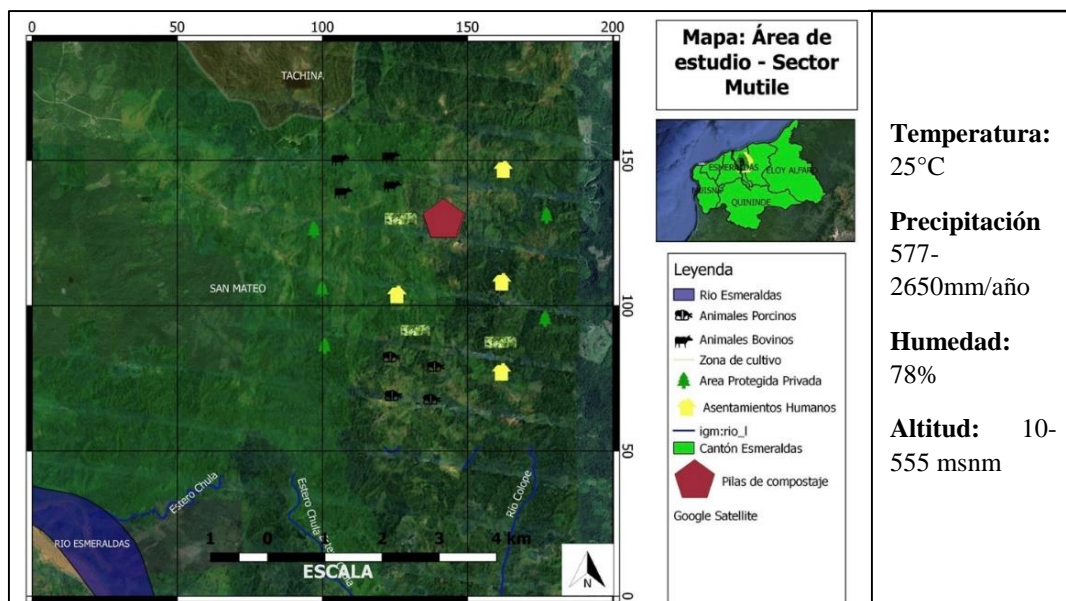


Figura 1. Área de estudio: Mutile-San Mateo.

## 3.2. Recolección de datos

### 3.2.1. Diagnóstico de gestión de residuos

Para desarrollar el diagnóstico de gestión de residuos se elaboró una encuesta (anexo1), donde se buscó obtener información del manejo de residuos agropecuarios de los predios de Mutile. La encuesta estuvo conformada por preguntas relacionadas a las actividades de los predios, la cantidad de residuos ganaderos que generan, cantidad de bovinos y porcinos y el tratamiento de los residuos ganaderos. En la primera semana de enero del año 2019 se realizaron las encuestas a los dueños de los predios pecuarios del sector Mutile y al presidente de los recintos rurales.

### 3.2.2. Población y Muestra

Para ejecutar el diagnóstico de los residuos agropecuarios de los predios pecuarios de Mutile, se seleccionó una muestra de los predios de los recintos Minas, Zapallo, Canchalagua y Roncador, la cual se constató una población de 129 predios pecuarios. La muestra de predios se obtuvo a partir de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 pqN}{e^2(N-1) + z^2 pq}$$

Figura 2. Fórmula del tamaño de la muestra

**Dónde:**

n= número de muestra.	p= probabilidad de éxito (0,5)
N= tamaño de la población de viviendas.	q= probabilidad de fracaso (0,5)
z= nivel de confianza (1,96).	e= error máximo admisible (10)

Se realizó la encuesta con una muestra representativa de 97 fincas, conforme a la cantidad de predios pecuarios pertenecientes al sector Mutile.

**3.2.3. Tratamiento de residuos agropecuarios mediante técnica de compost**

Para gestionar los residuos mediante la elaboración de compost, se escogerá un predio de la zona que presenta las siguientes características:

- **Predio piloto:** Finca Familia Macas
- **Lugar:** Mutile-San Mateo
- **N° de vacas:** 100
- **Extensión del predio:** 50 ha
- **N° de cerdos:** 23
- **Cultivo de maíz:** 3 ha

Tomando en consideración que el principal residuo a tratar es el estiércol de origen bovino, se elaboró compost utilizando estiércoles de 50 vacas de raza Giro Holandés y Holstein con edades de 2 a 5 años, que son alimentados por pastos naturales, melaza y minerales (Romero, Sánchez, Rodríguez, Gutiérrez, 2016). Para tratar estos residuos se diseñaron tres tratamientos y un control, cada uno con tres réplicas según la metodología propuesta por (Mollinedo, 2009). Se puede destacar que para los tratamientos se trabajó con distintas concentraciones de aditivos de residuos agropecuarios. En este caso se

seleccionó al estiércol porcino obtenido de 23 cerdos de raza Landrace americana, alimentados de residuos orgánicos frescos, balanceados, guineo y maíz, con edades de 6-12 meses (Romero, Sánchez, Rodríguez, Gutiérrez, 2016). También con restos de cosecha de maíz en estado seco que había sido cosechado en la época de verano del mes julio 2018. En la tabla 1 se describen las características de los tratamientos empleados.

Tabla 1  
*Tratamientos del diseño experimental del compost*

<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentajes de contenido de los residuos orgánicos</b>	<b>Peso total</b>
Control	100% de estiércol bovino.	1000 Kg
Tratamiento 1	50% de restos de cosecha de maíz + 25% estiércol porcino y 25% estiércol bovino.	400 Kg cosecha de maíz 250 Kg estiércol bovino 250 Kg estiércol porcino
Tratamiento 2	50% estiércol bovino + 25% de restos de cosecha de maíz y 25% estiércol porcino.	500 Kg estiércol bovino 150 Kg cosecha de maíz 250 Kg estiércol porcino
Tratamiento 3	75% estiércol bovino + 25% de restos de cosecha de maíz.	750 Kg estiércol bovino 150 Kg cosecha de maíz

Las doce unidades experimentales comprendían de 1 metro de largo, 1,5 metro de ancho y 1 metro de altura, dentro de una caseta techada de una extensión 6x5m para protegerlas de las condiciones climáticas y luz solar (Román P. Martínez, 2013).

La recolección de residuos agropecuarios se realizó diariamente durante el período del 15-20 abril, para completar los requerimientos establecidos para cada tratamiento y control (Olivares, Hernández, Vences, Jáquez, Ojeda, 2012). Antes de ser depositados en las unidades experimentales, los residuos fueron pesados con una balanza manual y se calculó las variables: pH, humedad y temperatura cada 8 días a las 15:09 pm con el equipo Soil pH-Moisture Meter y Soil Survey Instrument, donde se realizaban volteos semanales en el primer mes y posteriormente quincenal, durante un período de 4 meses (Olivares, Hernández, Vences, Jáquez, Ojeda, 2012).

Es necesario humedecer el material orgánico, cuando esté deshidratado y así evitar condiciones desfavorables del proceso de compostaje (Olivares, Hernández, Vences, Jáquez, Ojeda, 2012).

## Variables de estudio

- **Temperatura:** Se considerará temperaturas entre 35-55°C durante las etapas mesófilas y termófilas, se tomará datos de temperatura con el Soil Survey Instrument cada ocho días durante las etapas del compostaje (Méndez, Chacón, 2009)
- **Humedad:** Dentro de las condiciones ambientales, sería apropiada una humedad entre 40-60% según (Méndez, Chacón, 2009), si el proceso presenta elevados porcentajes de lo indicado de humedad, podría presentarse deterioro de la materia orgánica y si es menor del 40%, disminuiría la actividad de las bacterias por la falta de humedad y el proceso de transformación sería muy lento
- **pH:** Es un factor importante que incide en la descomposición y actúa en la actividad microbiana donde los hongos aceptan un pH de 5-8 y las bacterias toleran un rango de pH de 6 a 7,7 (Méndez, Chacón, 2009)

Tabla 2  
*Materiales de campo*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Tablas	25
Tablones	20
Planchas de zinc	10
Clavos	6lb
Plástico	4
Balanza	1
Residuos agropecuarios	12000 kg
Mano de obra	6
Motosierra	1
Gasolina	5lt
Palas mecánicas	4

### 3.3. Análisis de datos

Para analizar los resultados de las encuestas se aplicó la estadística descriptiva porque luego de diagnosticar la gestión de los residuos agropecuarios en los predios pecuarios del sector Mutile, permitió gestionar residuos ganaderos producidos en un predio pecuario a través de la técnica de compostaje. El presente estudio tiene enfoque cualitativo donde se identificaron las actividades agropecuarias y la gestión de los residuos agropecuarios. A través del método de investigación de campo se obtuvo información real y específica a través de la encuesta realizada a los agricultores, ganaderos y presidentes del sector Mutile, para luego procesar los datos obtenidos en Microsoft Office Excel y representarlos en gráficos.

Para analizar las diferencias entre los tratamientos en función del tiempo (semanas) se aplicó la prueba ANOVA de una vía. Este análisis sirvió para evaluar la evolución del compost en función de las variables temperatura, pH y humedad. Para determinar cuál es el parámetro que presenta de forma específica las diferencias se empleó la prueba de Tukey, todo esto se realizó mediante el programa estadístico Statistics Programmer Infostat.

### 3.4. Análisis Costo y beneficio

El compost proveniente de los diferentes tratamientos fue sometido a un análisis de costos y beneficios, para evaluar la rentabilidad del proceso y estimar el método más sostenible en cuanto a la gestión del residuo. En cuanto al beneficio económico los valores mayores a 1 significan que la rentabilidad es aceptable, si es igual a 1: no hay pérdidas ni beneficios, mientras si es menor a 1 el proyecto no es rentable (Arévalo, Pastrano, Armijos, 2016).

#### Fórmula de relación beneficio/costo

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo neto}} \times 100$$

Los beneficios netos actualizados, indica valores reales de las ganancias sobre los costos totales actualizados de los materiales. Tomando en cuenta la tasa de interés 15% anual.

#### 1) FACTOR DE ACTUALIZACIÓN

$$FA = \frac{1}{(1+I)^N}$$

Donde: I= interés anual.

N= número de meses que dura el ensayo

$$2) \text{ RELACIÓN BENEFICIO COSTO RBC} = \frac{\text{BENEFICIO NETO ACTUALIZADO}}{\text{COSTO TOTAL ACTUALIZADO}}$$

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Análisis e Interpretación de Resultados

#### 4.1.1. Diagnóstico de gestión de residuos

Los predios agropecuarios encuestados del Sector Mutile de la Parroquia San Mateo comprende 97 predios, que se dedican a la agricultura y ganadería.

La técnica de tabular los datos de la encuesta fue manual y periódica en un lapso de una semana y la interpretación gráfica de los datos es detallada a continuación.

Se presentan los resultados obtenidos de las encuestas ejecutadas:

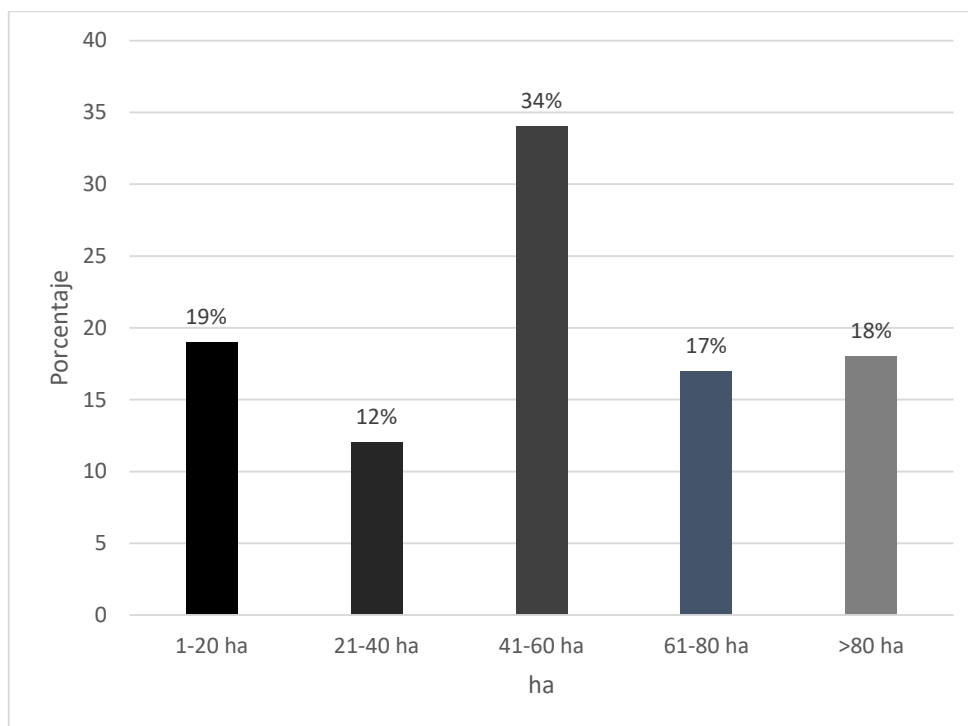
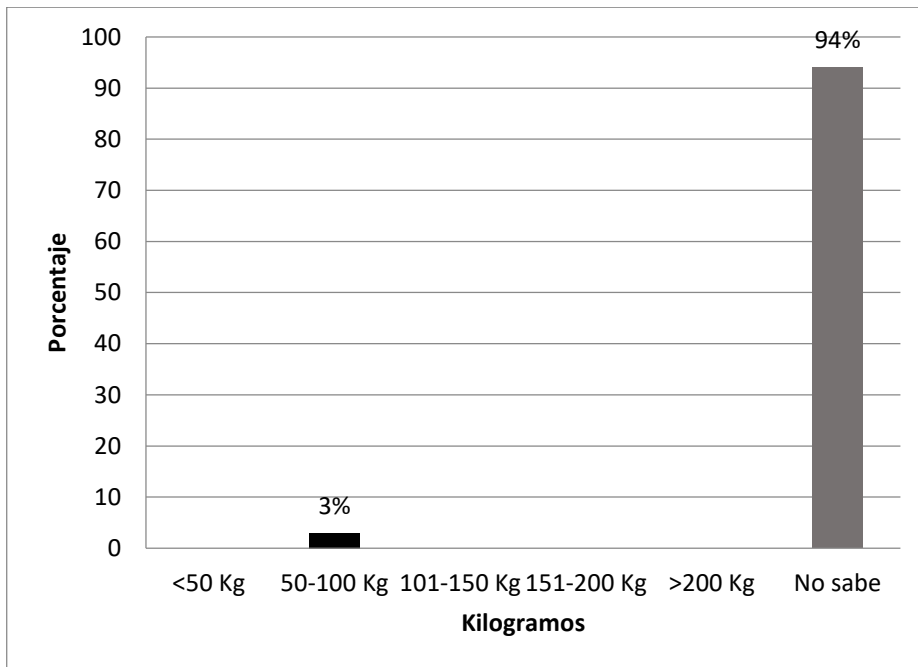


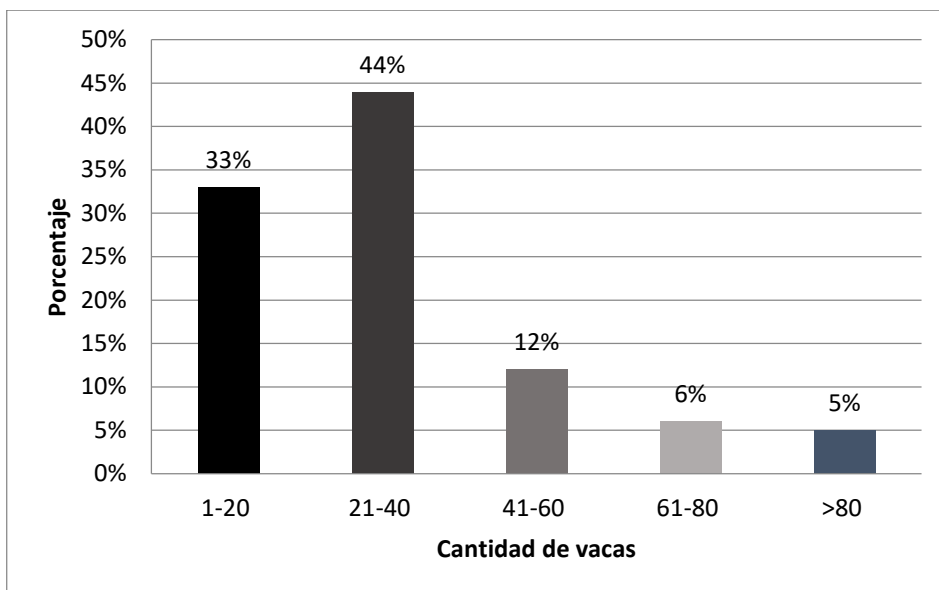
Figura 3. Pregunta 1.- ¿Cuál es el tamaño de su predio pecuario?

De los predios pecuarios encuestados se evidencia que la mayor parte de las fincas agropecuarias tiene una extensión entre 41-60 ha con 34%, 1-20 ha con 19%, >80 ha con 18%, 61-80 ha con 17% y un porcentaje mínimo cuenta con fincas de tamaño entre 21-40 ha perteneciente al 12%.



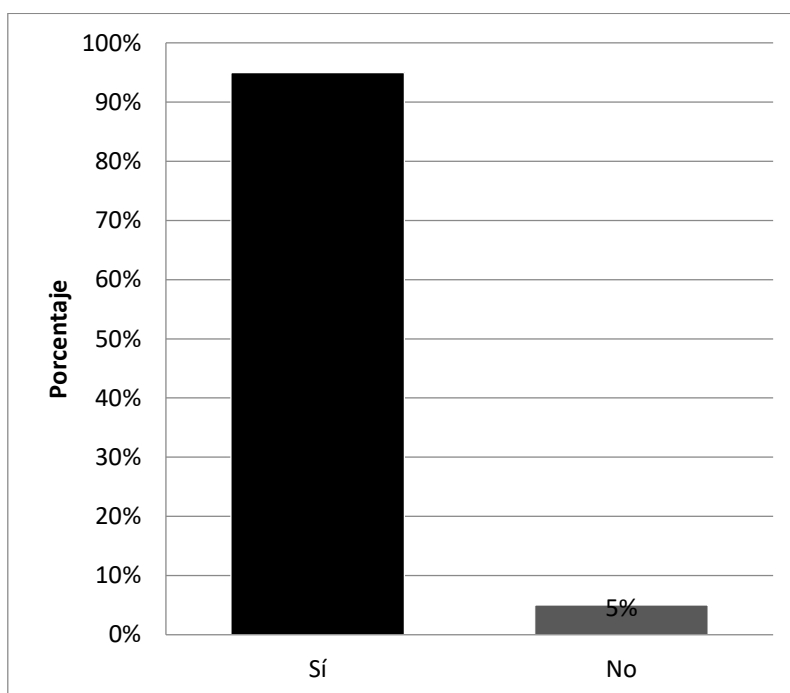
*Figura 4. Pregunta 2.- ¿Cuál es la generación de residuos ganaderos estimados que produce su ganado?*

Un 97% de los ganaderos encuestados respondieron no tener conocimiento de la generación de los residuos ganaderos que se producen diariamente en sus predios pecuarios. El 3% del total de encuestados confirmaron que sus ganados producen entre 151-200 Kg. Es importante realizar gestión de los residuos ganaderos para un diagnóstico total del predio pecuario.



*Figura 5. Pregunta 3.- ¿Cuántas vacas tiene en su predio pecuario?*

La mayor parte de los predios pecuarios encuestados tienen entre 21-40 vacas con un valor del 44%, para producción de leche o carne, siendo una actividad generadora de recursos económicos. El mínimo porcentaje con un valor del 5% concierne a >80 cabezas de ganado vacuno.



*Figura 6. Pregunta 4.- ¿Realiza algún tratamiento de los residuos ganaderos?*

El 95% de la población agropecuaria afirmó que realizan tratamiento de los residuos ganaderos que generan el ganado vacuno. Un 5% de los ganaderos no realizan ningún tipo de tratamiento.

El tratamiento de residuos ganaderos comprende la elaboración de abonos orgánicos.

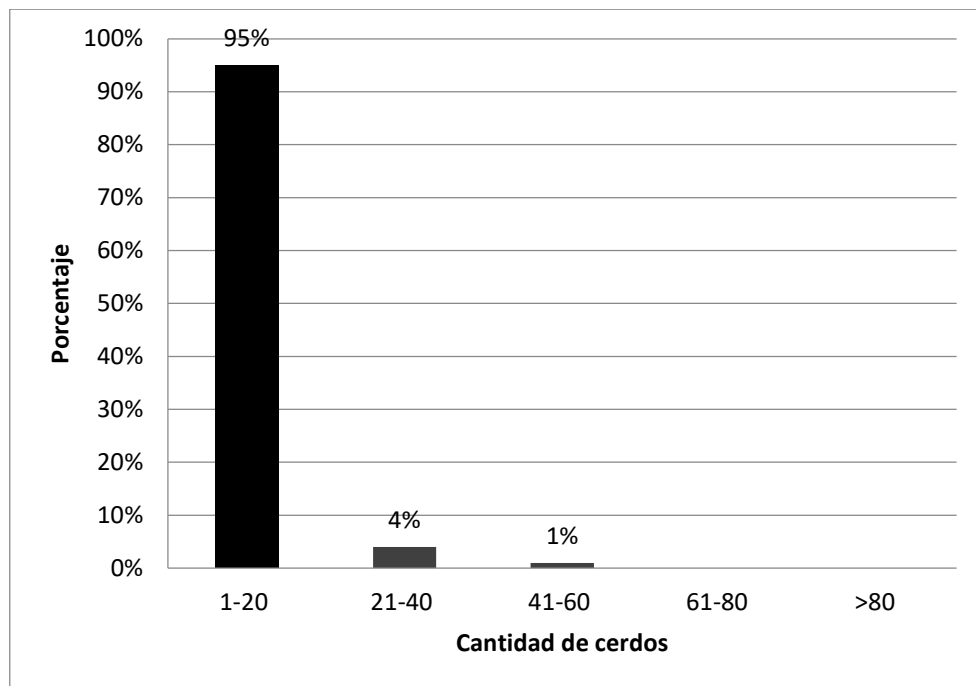


Figura 7. Pregunta 5.- ¿Cuántos chanchos tiene en su predio pecuario?

La mayor parte de los predios pecuarios de Mutilé, un 95%, tienen entre 1-20 cerdos, seguido un 4% de los encuestados que tienen de 21-40 cerdos y 41-60 cerdos recae en el 1% respectivamente, para consumo humano o fines comerciales.

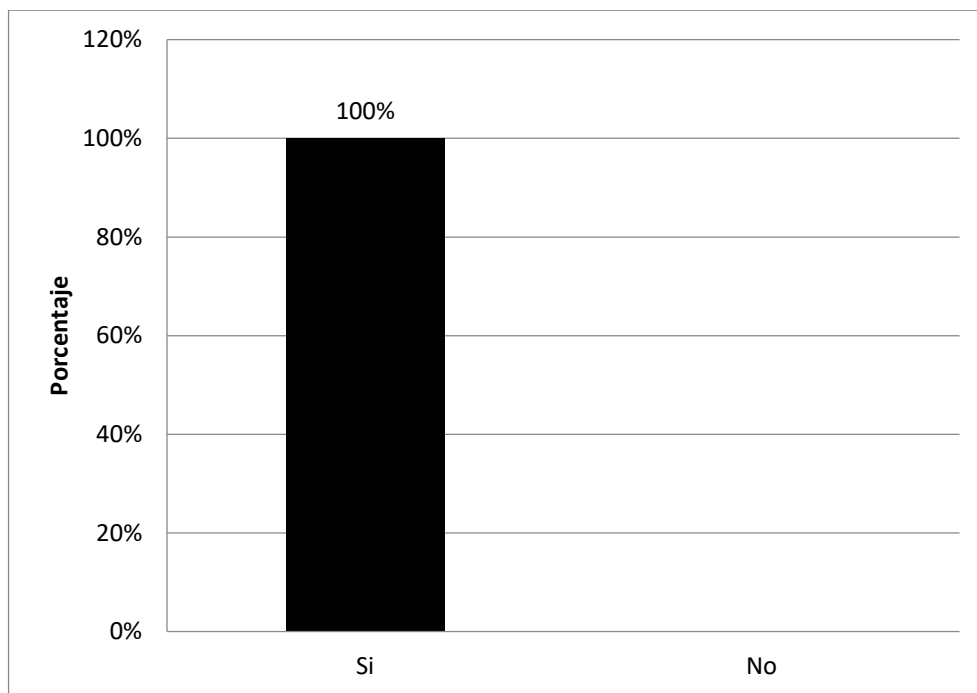


Figura 8. Pregunta 6.- Tiene cultivos en su predio Sí\_ No\_

Toda la población agropecuaria de Mutile se dedica a la agricultura realizando cultivos de plátano, cacao, caña de azúcar, entre otros con 100% afirmativo. Los cultivos comprenden: 47 ha de maíz, caña de azúcar 8 ha, plátano 82 ha, cacao 337 ha, pasto 3958 ha y otros 138 ha.

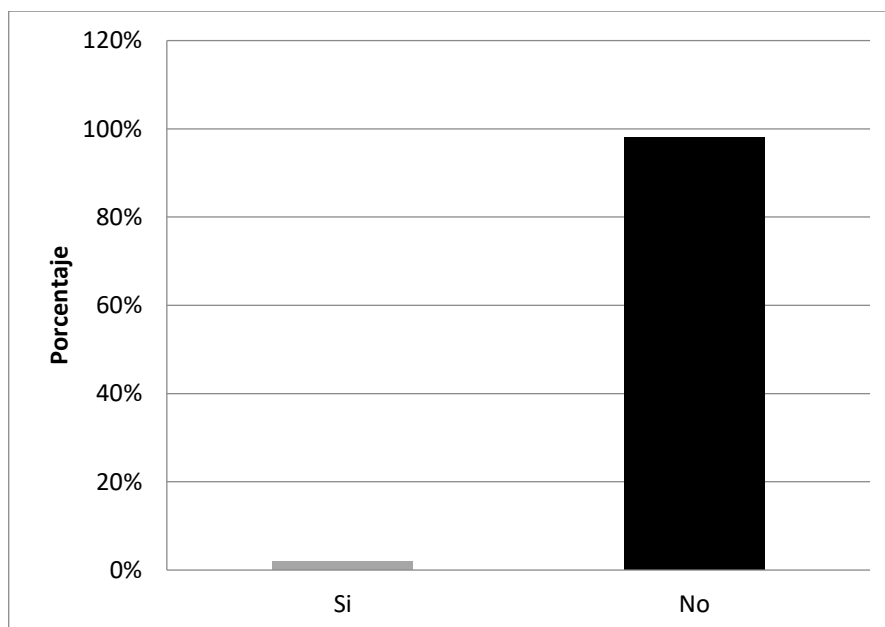


Figura 9. Pregunta 7.- ¿Sabe qué es el compostaje? Sí\_ No\_

Un 98% del total de encuestas realizadas a los dueños de los predios pecuarios afirmaron que no tienen conocimientos de la técnica de compostaje mientras que el 2% sí tienen conocimiento del compostaje.

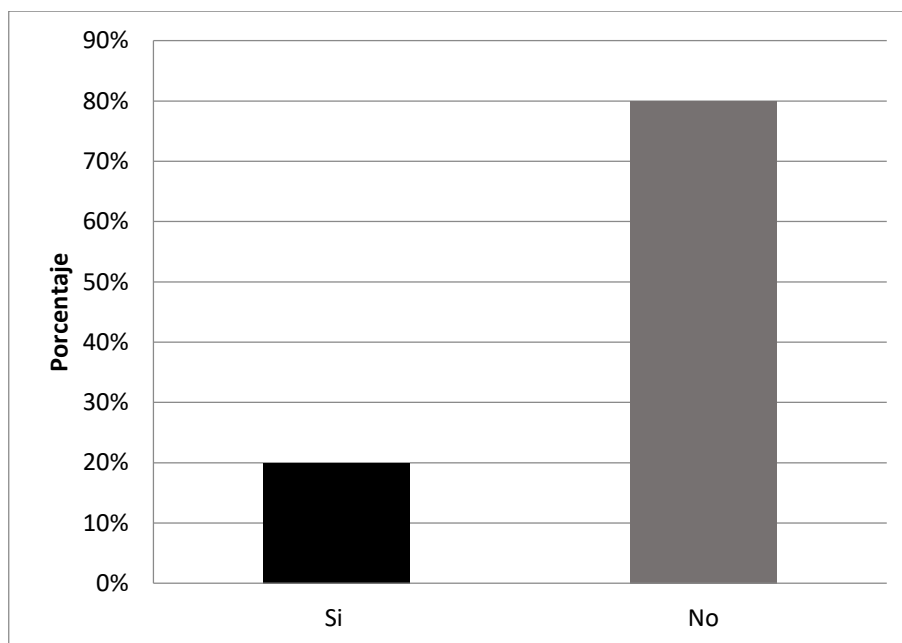


Figura 10. Pregunta 8.- ¿Estaría dispuesto a aplicar la técnica del compostaje?

La mayor parte de la población agropecuaria no estarían de acuerdo de aplicar la técnica de compostaje con 80%, para la elaboración de abonos orgánicos y posteriormente aplicarlos en sus cultivos temporales o permanentes, mientras que el restante de 20% aplicarían la técnica en sus predios pecuarios.

#### 4.1.2. Resultados de análisis de tratamientos

Los datos de los tratamientos sometidos a la prueba ANOVA presentaron los siguientes resultados. Las variables consideradas fueron las siguientes: variables independientes: humedad, temperatura y pH, variables dependientes: residuos agropecuarios y tiempo.

Tabla 3

*Análisis de varianza de: temperatura, pH y humedad*

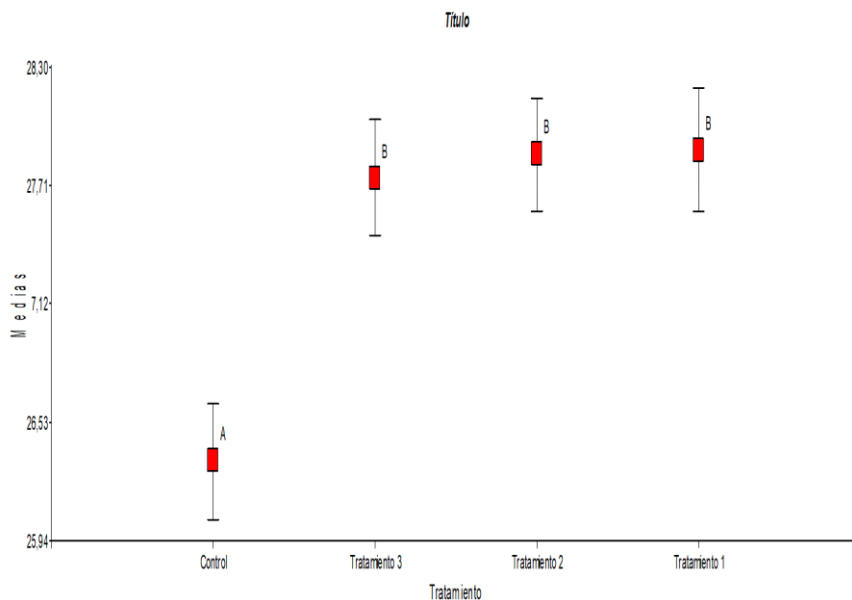
Fuente de variación	Valor p (Temperatura)	Valor p (pH)	Valor p (humedad)
Tratamiento	0,0004	0,1129	<0,0001
Semana	<0,0001	0,0074	0,0128
Tratamiento*semana	0,0006	0,6444	0,0213

El tratamiento\*semana es una variable que indica valores de los tratamientos de acuerdo con el tiempo en función de las semanas.

Con respecto a la variable temperatura existieron diferencias significativas entre tratamientos y entre tratamiento\*semana, y diferencias altamente significativas entre semanas. Este hecho puede estar relacionado al aumento de temperatura que se da en la mitad del ciclo, donde las bacterias se encuentran descomponiendo la materia orgánica.

Con relación al pH, solo se encuentran diferencias significativas entre las semanas, y no entre los tratamientos.

Por último, con relación a la humedad hay diferencias significativas entre tratamientos\*semana y altamente significativas entre tratamientos.



*Figura 11. Prueba de Tukey para temperatura*

Los tratamientos 1,2,3 son iguales presentan valores neutros que no sufren cambios en el proceso del compostaje por condiciones medioambientales favorables, al contrario del control que presenta diferencia de los demás tratamientos provocando el descenso de temperatura en la semana 10 por la intensificación de la descomposición del material orgánico y calor que se genera en el proceso de compostaje.

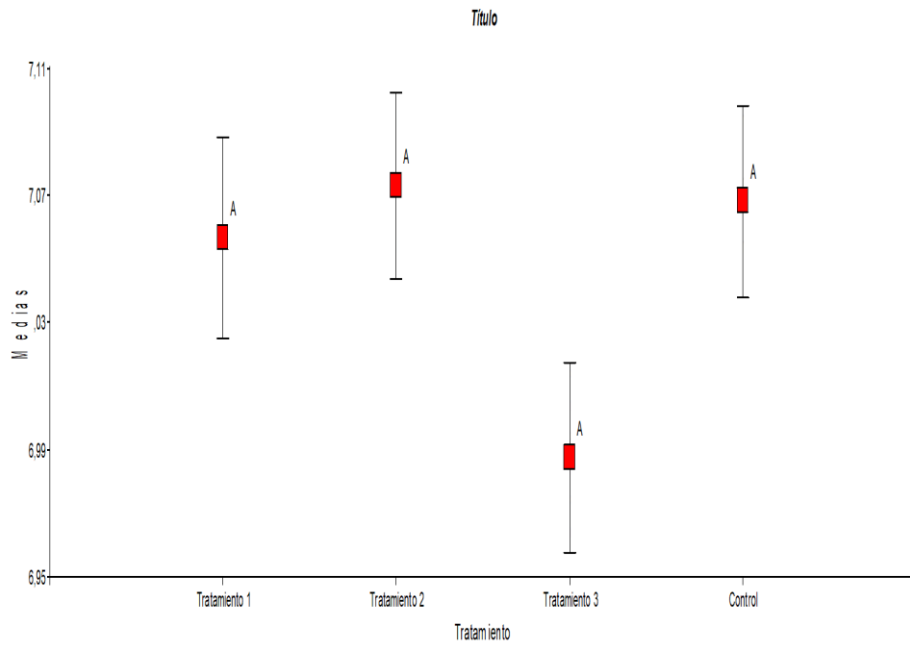


Figura 12. Prueba de Tukey para pH

Los tratamientos 1, 2, y control se aproximan en valores, pero el tratamiento 3 presenta medias mínimas en consideración al pH, debido que los tratamientos presentaban diferencias por las semanas, no por el tratamiento en sí.

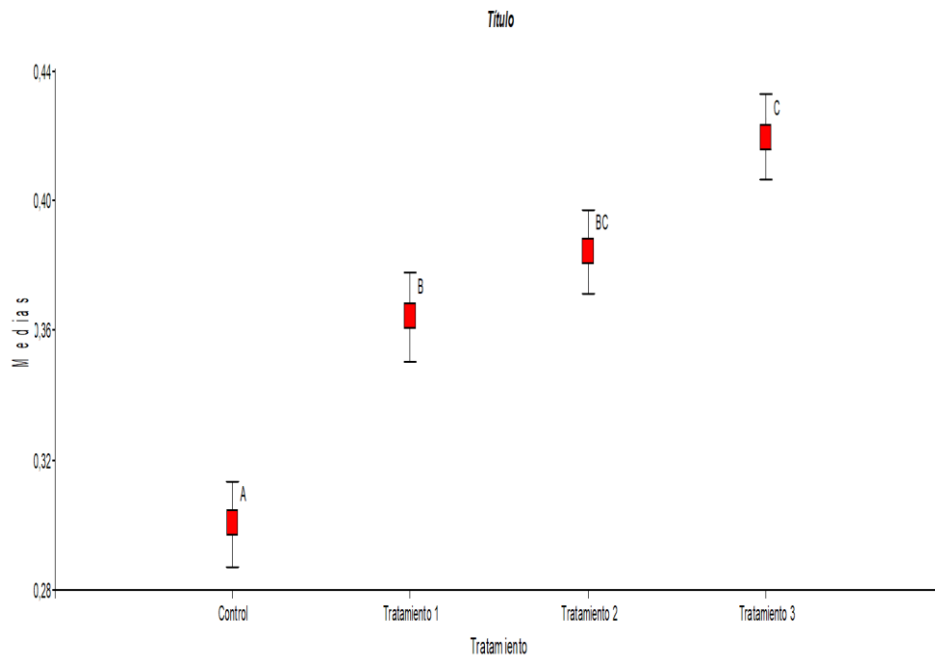


Figura 13. Prueba de Tukey para humedad

Los tratamientos 1,2,3 y control presentan diferentes medias, solo el tratamiento 1 y 2 aproximan en el valor, del mismo modo el tratamiento 2 y 3 que presentan similitud. Cabe mencionar que los mínimos valores menores de humedad corresponden al control.

#### 4.1.3. Resultados del análisis Costo y Beneficio

Tabla 4  
*Peso final de residuos*

<b>Tratamientos</b>	<b>Total, de residuos</b>
<b>C (Réplica)</b>	760 kg
<b>T1 (Réplica)</b>	560 kg
<b>T2 (Réplica)</b>	680 kg
<b>T3 (Réplica)</b>	715 kg

Para evaluar la rentabilidad de los tratamientos se determinó el peso final de cada tratamiento y posteriormente los costos de producción de mano de obra y materiales. En la tabla 5 se detallan los costos que se invirtieron en la elaboración de cada tratamiento. Los costos de producción se indican en tres parámetros: valores de mano de obra, valores de materiales utilizados y costos totales.

Tabla 5  
*Costos de producción para los tratamientos*

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MANO DE OBRA \$</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>Control 1 (Réplica)</b>	30	10,54	40,54
<b>Tratamiento 1.1 (Réplica)</b>	30	10,54	40,54
<b>Tratamiento 2.1 (Réplica)</b>	30	10,54	40,54
<b>Tratamiento 3.1 (Réplica)</b>	30	10,54	40,54

La tabla 6 indica las ganancias totales de cada tratamiento. La estimación del rendimiento se tomó en cuenta la cantidad de sacos de abono orgánico producido por cada tratamiento. El costo considerado que tendrá cada saco 45 Kg de abono es de 6\$

Tabla 6  
*Ganancias y Rendimientos para los tratamientos*

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>RENDIMIENTO # SACOS (45Kg)</b>	<b>PRECIO \$</b>	<b>INGRESO TOTAL</b>
<b>Control 1 (Réplica)</b>	16	6	96
<b>Tratamiento 1 (Réplica)</b>	12	6	72
<b>Tratamiento 2 (Réplica)</b>	14	6	84
<b>Tratamiento 3 (Réplica)</b>	15	6	90

La relación costo/beneficio se estima valores mayores en el control, tratamiento 2 y tratamiento 3, excepto el tratamiento 1 con valor mínimo y es importante resaltar que el control obtuvo la mayor relación costo/beneficio con 1,31, siendo el tratamiento con más rentabilidad económica. Ver tabla 7.

Tabla 7  
*Relación costo/beneficio con tasa de interés 15 %*

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>INGRESO TOTAL</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>FACTOR DE ACT.</b>	<b>COSTO</b>	<b>BENEFICIO</b>	<b>RBC</b>
				<b>TOTAL ACT.</b>	<b>NETO ACT.</b>	
<b>Control (Réplica)</b>	96	40,54	0,9634	41,5	54,5	1,31
<b>Tratamiento 1 (Réplica)</b>	72	40,54	0,9634	41,5	30,5	0,73
<b>Tratamiento 2 (Réplica)</b>	84	40,54	0,9634	41,5	42,5	1,02
<b>Tratamiento 3 (Réplica)</b>	90	40,54	0,9634	41,5	48,5	1,17

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

El compostaje es una técnica que necesita pocos recursos económicos, permite tratar residuos orgánicos y derivados y generar un producto final como es el caso del compost utilizado como abono de suelos, evitando así la contaminación en el ambiente. Estos procesos se dieron en este estudio y se reconoció que la aplicación del compostaje es una estrategia de gestión de residuos orgánicos que ayudará a mejorar el suelo y es una alternativa rentable (Arévalo, Pastrano, Armijos, 2016). En ese sentido el compostaje es una práctica sostenible que puede aplicarse en las actividades agropecuarias, independientemente de la características y suficiencia de predios tanto agrícolas como ganaderos (Ramírez, 2017).

Gestionar de forma integral y adecuada los residuos incluye la participación de todos los actores de la sociedad. Por ello la técnica de compostaje, utilizado en este estudio, es una estrategia de gestión residuos agropecuarios que debe ser reconocida y(o) promovida por los gobiernos locales y empresas, además de ser una alternativa que puede dar réditos económicos (Eche, 2013).

Los resultados de las encuestas ejecutadas en Mutile en el presente estudio, arrojaron que el 98% de dueños de predios no tienen conocimiento del compostaje, por ser un término nuevo para ellos y desconocer las técnicas de gestión de residuos. Se puede destacar que en Mutile, no se realiza una gestión integral de residuos tanto de los domésticos como los de origen agropecuario. Por lo general, los residuos son descargados en espacios abiertos o ríos, no hay intervención del Gobierno autónomo descentralizado del Cantón Esmeraldas ni de otras instituciones. Esto es contradictorio lo afirmado por Mosquera en su estudio realizado en el 2016 en San Lorenzo en una parroquia Rural con condiciones similares a Mutile (Mosquera, 2016). donde señala que el 71% de encuestados tienen conocimiento del compostaje y han recibido capacitaciones del MAGAP y MAE sobre aplicaciones y beneficios de este.

Sin embargo, el 95% de los encuestados reconocen que a sus cultivos aplican abono de origen natural que muchas veces son restos de cosecha o excremento de animales sin tratar. Este proceder no es nuevo y en muchas partes del país esto se realiza, destacando

a las parroquias Tarqui, San Joaquín, Cumbe, El Valle, Checa y Ricaurte de Cuenca donde casi el 70 % de los agricultores realizan estas medidas utilizando abonos orgánicos y reconocen que las mismas mejoran la productividad de sus cultivos (Córdova, 2014). También, es importante reconocer que el uso del estiércol de animales como abono por lo general ha sido, según el estudio de (Mosquera, 2016) el preferido por los agricultores que reconocen a este como elemento sustancial para abonar la tierra. Esto ocurre de igual manera según los resultados obtenidos en el presente estudio, el 95% de los encuestados emplean el estiércol del ganado como base para la elaboración de abonos.

Una vez explicado el término compostaje, la mayor parte de la población agropecuaria de Mutile estaría dispuesta a aplicarlo con 98 % de respuestas positivas. De la misma manera en el estudio de (Mosquera 2016), 77 % de los agricultores de San Lorenzo estarían dispuestos a aplicar compost en sus plantaciones reconociendo el beneficio ya que además reduce impactos ambientales negativos. De la misma manera Moreira en el 2011 en su estudio ejecutado en Mosquito Cantón Chone- Manabí (Moreira, 2014), obtuvo como resultado que casi el 60 % de los agricultores estarían dispuestos a emplear la técnica del compostaje y tratar de esta forma al estiércol generado por el ganado.

La mayoría de los predios pecuarios de Mutile encuestados (44 %) tienen entre 21-40 vacas, sin embargo, no tienen conocimiento de la cantidad de residuos que estas generan, solo el 2% estima que en su predio se generan entre 50-100 kg/día de estiércoles y que la mayoría de éste no es aprovechado. En el estudio de Huerta, Cruz y, Aguirre en el 2019 se trabajó con diferentes predios cada uno con 13 bovinos que generaron alrededor de 600 Kg/día de residuos bovinos y parte de los residuos bovinos se utilizan en producción de compostaje (Huerta, Cruz, Aguirre, 2019).

Para la elaboración de compost es preferible que los componentes se hayan originado en fincas agropecuarias, garantizando así productos sostenibles y que se combinan con diferente materia prima con abundante carbono y nitrógeno (estiércoles de diferentes animales y materiales leguminosos), esto promueve una descomposición adecuada y un producto maduro (Eche, 2013). Este proceso se cumplió en la presente investigación en la parte experimental donde se utilizó estiércol bovino, porcino y restos de cosecha de

maíz. Por lo tanto, es mejor realizar gestión de los residuos ganaderos para un diagnóstico total del predio pecuario.

La temperatura, pH y humedad juegan un papel esencial en la descomposición de la materia orgánica. En este estudio la variable temperatura presentó cambios altamente significativos a través del tiempo (semanas). En la semana 10, donde las bacterias se encuentran descomponiendo la materia orgánica, hubo un aumento significativo de la temperatura, lo que no ocurrió con el pH y humedad probablemente porque se trabajó en una temporada con pocas lluvias. Quisphe en el 2017 elaboró compost con sustratos de melaza, chicha de jora y estiércol, sin embargo, obtuvo diferencias altamente significativas en las tres variables debido a las intensas lluvias (Quisphe, 2017).

En este estudio se trabajó con tres tratamientos y un control. En un inicio la temperatura se mantuvo similar entre tratamientos y el control hasta la semana siete. Posterior a esta semana se registró un aumento de temperatura hasta aproximadamente 29 °C para el control y un promedio 34,6 °C en los tratamientos; destacando los tratamientos 1 y 2 en los que se mezcló estiércol de vaca y cerdo alcanzando la temperatura máxima de 37 °C. Este aumento se registró hasta la semana 10, para luego descender en temperatura a 29 °C en los tratamientos y a 23 °C en el control.

Este resultado es similar al estudio de (Ruano, Trejo, 2014) que evaluó la temperatura en varios tratamientos utilizando residuos vegetales, gallinaza, cuyinaza y bovinaza, donde el tratamiento que tenía estiércol bovino y de cuy presentó un aumento significativo de temperatura y se descompuso en menor tiempo que el resto; esto se explica probablemente por la mayor cantidad de microorganismos que se encuentran en el compost al mezclar dos tipos de estiércol lo que favorece a la actividad microbiana en la descomposición.

En los tratamientos elaborados, las variables pH y humedad no presentaron cambios, a excepción del tratamiento control, además de que su textura fue diferente. En el estudio de (Espinosa, 2011) donde generó varios tratamientos, el mismo que también utilizó estiércol de vaca, cuy y restos vegetales (brócoli) donde no se registraron variaciones significativas en el pH y humedad; sin embargo, el tratamiento elaborado con estiércol de vaca y brócoli fue el que maduró y se secó de manera más eficiente.

Debido al crecimiento y aceleración de las bacterias hay un incremento de la temperatura, cuya variable es importante en la actividad microbiana, siendo sustancial en el sistema de control del compostaje, existiendo una gran representación de ésta, es decir que pequeños cambios de temperatura influyen más en la actividad de las bacterias que pequeñas diferencias de humedad o pH. Cada bacteria tiene una escala de temperatura adecuada en lo que su función es elevada y óptima: las bacterias mesofílicas necesitan entre 15-40°C, bacterias termofílicas 40-70°C (Márquez, Díaz, Cabrera, 2005)

El pH es otro factor importante en el proceso de compostaje porque actúa en la actividad microbiana. Compost con pH mayores a 8 indican procesos anaeróbicos y que el material se encuentra inmaduro, pero si el pH se encuentra en un valor entre 7-8, quiere decir que existieron en buenas condiciones de aireación. Este estudio obtuvo pH neutro de 7,6 síntoma de una descomposición adecuada (Márquez, Díaz, Cabrera, 2005)

Quinatoa en el 2012 demuestra que el método “salchicha” el cual mezcló desechos vegetales con diferentes tipos de estiércol y que sumado al control de variables fisicoquímicas permiten obtener un costo/beneficio de 1,68, el cual es considerado como muy rentable. En ese sentido este trabajo demostró la rentabilidad económica del compost elaborado, ya que el control un valor costo beneficio de 1,31; mientras que los tratamientos 2 y 3 obtuvieron un valor de 1,02 y 1,17 respectivamente considerándolos también como rentables. Se puede destacar que el tratamiento 1 con un valor de 0,74 es considerado como no rentable, lo que se puede explicar por el mayor porcentaje de material vegetal lo que reduce la cantidad de producto neto final.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES**

Se puede concluir que el empleo de estiércol de origen bovino para elaborar compost puede ser una alternativa a la gestión de residuos de origen orgánico en el sector rural (Mutile). Los campesinos y dueños de fincas en la zona de estudio tradicionalmente ya utilizaban el estiércol como abono en sus cultivos, sin embargo, la utilización de este material orgánico se lo realizaba de manera empírica y sin ningún tipo de tratamiento.

En este sentido el brindarles capacitaciones y asesoría sobre el manejo de este tipo de residuo y la elaboración de compost podría reducir la contaminación de suelo y cuerpos de agua de Mutile, además de convertirse en un ingreso económico extra para los campesinos.

Se puede concluir que la variable temperatura es un indicador de la actividad microbiana en el compost, de ahí que existan diferencias significativas si se compara la temperatura con las semanas, ya que a medida que transcurre el tiempo la actividad microbiana aumenta. Además, la temperatura señala que el tratamiento es el más efectivo a la hora de realizar compost, ya que existe mayor temperatura en tratamientos que tienen mezclas de distintos tipos de estiércol (tratamiento 1-2), a diferencia de tratamientos que solo tienen un solo origen (tratamiento 3 y control).

Otra variable importante a la hora de realizar compost es el pH, pues un valor alcalino demuestra la falta de oxigenación en el proceso, lo que puede llegar a generar compost inmaduro.

La relación costo/beneficio calculada en esta investigación demuestra la viabilidad económica de la elaboración del compost. El bajo costo de producción sumando a la relativa facilidad en la obtención de materia prima son factores que promueven una relación costo-beneficio conveniente. En ese sentido la generación de abono puede llegar a ser una actividad económica paralela para los campesinos del sector, donde incluso la elaboración de abono a base exclusivamente de estiércol bovino es viable.

## **CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES**

Las autoridades competentes deben promover programas o capacitaciones que permitan reconocer la importancia del compostaje como herramienta para la gestión de residuos agropecuarios en las comunidades aledañas del sector Mutile, debido a que la mayoría de los hacendados y trabajadores desconocen las ventajas y tipos de compostaje.

Utilizar material orgánico húmedo como estiércoles bovinos y porcinos para facilitar la descomposición rápida de los elementos y evitar la presencia de vectores, con el objetivo de obtener un producto de calidad.

Tomar todas las medidas necesarias para la protección del producto de factores ambientales (lluvias, luz solar) para una descomposición rápida de los residuos, así como también realizar volteos semanales para tener una buena aireación en el compostaje.

En investigaciones futuras se recomienda el análisis de nutrientes y relación C/N para que el compost generado sea más apetecible a posibles compradores.

Es recomendable gestionar residuos agropecuarios a través del compostaje en sectores rurales, ya que la recolección y tratamiento de este tipo de desecho por parte de los municipios se complica al no tener las facilidades de acceso a territorio.

## CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña, J. 2015. Diseño e implementación de un biodigestor para el tratamiento de excretas de ganado bovino CADET-Tumbaco Tesis de Grado. Universidad Central Del Ecuador, Quito. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6441/3/T-UCE-0004-18.pdf>

AGROCALIDAD. (2010). RESOLUCIÓN No. 111. Quito. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro.

Alzate E. Rubio Y. (2017). Proyecto aplicado aprovechamiento de los residuos orgánicos en la Vereda de Claras – Falan Tolima. Universidad Nacional Abierta y Distancia de Colombia. Recuperado de: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13444/1/105614354.pdf>

Amaya C. (2014). Propuesta para la creación de abono orgánico a base de desechos de comida de restaurantes de Guayaquil, para el desarrollo de la cultura ecológica de la ciudad. Tesis. Universidad Católica de Santiago De Guayaquil, Guayaquil. Recuperado: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2008/1/T-UCSG-PRE-ECO-GES-86.pdf>

Arévalo K., Pastrano E. y Armijos V. (2016). Relación beneficio – costo por tratamiento en la producción orgánica de las hortalizas (Cilantro, Lechuga, Cebolla Roja, Cebolla de Rama) en el cantón Santo Domingo de Los Colorados. *Revista Publicando*. 3(7).503- 528.

Arévalo S. Chacón R. Pastas J. (2016). Utilización de los residuos sólidos en la elaboración de compostaje para el mejoramiento del suelo. Tesis de Grado. Fundación Universitaria Los Libertadores, Pasto. Recuperado de: <https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/641/Ar%C3%A9valoVallejoSandraLucia.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Arias, P. Seilles, M. (2014). Información Ambiental en hogares 2014. Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales.
- Borja R. Tigua J. (2015). Análisis de Desechos Sólidos Domiciliarios Generados en el Sector Isla Trinitaria de la Ciudad de Santiago de Guayaquil. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/88602/D-70061.pdf>
- Cajahuanca S. (2016). Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (*Saccharomyces Cerevisiae*, *Aspergillus* sp, *Lactobacillus* sp.). En el proceso de compostaje en la Central Hidroeléctrica Chaglla. Tesis de Grado. Universidad de Huánuco-Perú, Huánuco. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/55329733.pdf>
- Calva C. Roja C. (2014). Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en el Municipio de Mexicali. México: Información Tecnológica. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v25n3/art09.pdf>
- Carrera L. (2015). Fertilización orgánica asociada con un bioestimulante en la producción y calidad de pimiento (*Capsicum Annuum L.*) Variedad Irazú Largo. Tesis. De Grado. Universidad Técnica de Machala-Ecuador, Machala. Recuperado de: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2693/1/CD410\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2693/1/CD410_TESIS.pdf)
- Cevallos J. (2016). Aplicación de un sistema de información geográfica (SIG) a la gestión de desechos en el Campus Occidental de la Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE). Tesis de Grado. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito. Recuperado de: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/13931/1/67418\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/13931/1/67418_1.pdf)
- Córdova G. (2014). Los desechos sólidos y su incidencia en el bienestar socioambiental en el Cantón Tisaleo de la provincia de Tungurahua. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Recuperado de:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7419/1/Tesis%20777%20-%20C%C3%B3rdova%20Salguero%20Giovanny%20Javier.pdf>

Coronado R. Valencia R. (2015). Gestión integral de residuos agrícolas para la generación de materias primas en el Municipio de Cota Cundinamarca. Tesis de Grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Recuperado de: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3001/1/CoronadoGutierrezRau12015.pdf>

Cornejo, C. Wilkie A. (2010). De Estiércol a Energía - Captura de Metano en Ecuador. *Revista Tecnológica ESPOL-RTE*. 23(1). 135-142.

Chilón E. Chilón J. (2015). Compostaje Altoandino, seguridad alimentaria, cambio climático y biorremediación de suelos. *Revistas Bolivarianas de Bolivia*. 1(1).

Cordero S. Malla E. (2010). Estudio de mercado para la comercialización de abono orgánico caso Emurplag. Tesis de Grado. Universidad de Cuenca-Ecuador, Cuenca. Recuperado de: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1121/1/tad974.pdf>

De Luna A, García M, Rodríguez E, Pimienta E. (2015). Calidad agronómica de composta con residuos de cítricos. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*. 2(3). 354-361.

Eche F. (2013). Elaboración de compost, utilizando desechos orgánicos del centro de faenamiento de Julio Andrade. Tesis de Grado. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Carchi. Recuperado de: [file:///C:/Users/HP/Downloads/029%20ELABORACION%20DE%20COMPOST,%20UTILIZANDO%20DESECHOS%20ORGANICOS%20DEL%20CENTRO%20DE%20FAENAMIENTO%20DE%20JULIO%20ANDRADE%20CARCHI%20ECUADOR%20-%20ECHE,%20FROIL%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/029%20ELABORACION%20DE%20COMPOST,%20UTILIZANDO%20DESECHOS%20ORGANICOS%20DEL%20CENTRO%20DE%20FAENAMIENTO%20DE%20JULIO%20ANDRADE%20CARCHI%20ECUADOR%20-%20ECHE,%20FROIL%20(3).pdf)

- Espinosa K. (2011). Elaboración de un abono orgánico a base de desechos del procesamiento del brócoli (*Brassica Oleracea itálica*), para disminuir la dependencia de productos químicos artificiales-Ecuador. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1760/1/SBQ18%20Ref.3402.pdf>
- Garro J. (2016). El suelo y los abonos orgánicos: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria-Costa Rica.
- Gómez S. Blanco M. Gómez A. (2015). Residuos Sólidos en América Latina. Letras Verdes. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales FLACSO-Ecuador.17*. 1-160.
- Hyman, M., Turner, B. Carpintero, A. (2013). Guía para la Elaboración de Estrategias Nacionales de Gestión de Residuos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- Huerta E. Cruz J. Aguirre L. (2019). La apreciación de abonos orgánicos para la gestión local comunitaria de estiércoles en los traspatios. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional. 29*(53).
- López A. (2017). Gestión del contenido ruminal producido en la Empresa Pública Metropolitana de Rastro Quito a través de pilas composteras y su factibilidad económica de implementación. Tesis de Grado. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17489/1/CD-7990.pdf>
- Márquez PB, Díaz Blanco MJ, Cabrera Capitán F. (2005). Factores que afectan al proceso de Compostaje. Universidad de Huelva. España. Recuperado de: [http://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores que afectan al proceso de compostaje.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf)

- Méndez J. Chacón C. (2009). Evaluación de tres dosis de fertilización con abono orgánico y sintético en la producción de zapallo (Cucurbita pepo), Zamorano, Honduras. Tesis de Grado. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Recuperado de: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/427/1/T2881.pdf>
- Moreira E. (2011). El uso de abono orgánico y sus efectos en el suelo. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica Equinoccial-Ecuador, Chone. Recuperado de: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2938/1/45011\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2938/1/45011_1.pdf)
- Mollinedo Z. (2009). Determinación de calidad de compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el Municipio de Puerto Mayor Carabuco Provincia Camacho. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Recuperado de: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5011/T-1335.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mosquera P. (2016). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de abono agrícola en base al compost de la palma africana. Tesis de Masterado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Esmeraldas, Esmeraldas. Recuperado de: <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/848/1/MOSQUERA%20MERA%20PA%C3%9AL%20.pdf>
- Mutz D. Hengevoss D Hugi C. Gross T. (2017). Guía para los responsables de la Toma de Decisiones en Países en vías de Desarrollo y Emergentes. Alemania. GIZ.
- Nacimba G. Santafé D. Andueza F. (2018). Tratamiento de desechos orgánicos empleando microorganismos celulíticos. *Revista Investigación y Desarrollo*. 1(1).
- Olivares M. Hernández A. Vences C. Jáquez J. Ojeda D. (2012). Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. 28(1). 27-37.

- Quinatoa M. (2012). Estandarización del proceso de producción de compost con fines comerciales utilizando tres fuentes de inóculo con la asociación Santa Catalina del cantón Píllaro. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Ambato-Ecuador, Ambato. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2463/1/Tesis-31agr.pdf>
- Quisphe M. (2017). Elaboración de compost a partir del estiércol de cuy (*Calvia Porcellus*) y su aplicación en la comuna Lumbisí (sector Cumbayá). Tesis de Grado. Quito: Universidad Central del Ecuador, Quito. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13006/1/T-UCE-0017-0062-2017.pdf>
- Racines A. (2018). Análisis de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante descomposición aeróbica de residuos industriales en mezcla con residuos pecuarios. Tesis Doctoral. Universidad Andina Simón Bolívar, Quito. Recuperado de: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6058/1/T2552-MCCNA-Racines-Analisis.pdf>
- Rafael M. (2015). Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo. Tesis de Grado. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Recuperado de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3511/Rafael%20Avila.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez S. (2017). Manejo de excretas de ovejas mediante compostaje, inoculado con microorganismos de montaña (mm) nativos en la finca experimental santa lucia, Heredia. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia. Recuperado de: <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14182/Tesis%20Steven%20Ram%c3%acrez%20Z%c3%b9%c3%b1iga.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rufete A. (2015). Caracterización de residuos ganaderos del sureste español: Implicaciones agronómicas y ambientales. Tesis Doctoral. Universidad Miguel Hernández de Elche-España; Alicante. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/eb70/ea39d4f41e665be773d20d2e98b66def0e63.pdf>
- Román P. Martínez M. Pantoja A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Chile. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Romero J. Sánchez J. Rodríguez M. Gutiérrez M. (2016). Producción de vermicompost a base de rastrojo de maíz (*Zea Mays*) y estiércol de bovino lechero. Agro Productividad. Recuperado de: <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/661/529/>
- Ruano D. Trejo A. (2014). Evaluación de abono orgánico de residuos agropecuarios en cultivos de *Pisum Sativum* y *Solanum Phureja* en Colombia. *Revista Agronomía*. 22(1). 44-57.
- Silva, S. Correa, F. (2009). Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. *Semestre Económico*. 2(23). 13-34.
- UNIÓNS AGRARIAS-UPA. (2008). Sistemas de gestión de los residuos orgánicos en las explotaciones ganaderas. Santiago de Compostela;
- Zea J. Bernal J. Carvajal D. Prieto (2015). Biodigestores de escala a 50 litros, una solución para la producción de gas, abono y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. Tesis de Grado. Corporación Universitaria Minuto de Dios, Soacha. Recuperado de: [https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/3969/TTL\\_ZeaBeltranJakiAlexander\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/3969/TTL_ZeaBeltranJakiAlexander_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## TABLAS

Tabla 8

*Análisis de varianza de temperatura*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Prueba F</b>	<b>Valor P</b>
Modelo	1669,20	62	26,92	6,68	<0,0001
Tratamiento	79,68	3	26,56	6,59	0,0004
Semana	1214,83	15	80,99	20,08	<0,0001
Tratamiento*semana	374,7	44	8,52	2,11	0,0006
Error	520,17	129	4,03		
Total	2189,37	191			

Tabla 9

*Análisis de varianza de pH*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Prueba F</b>	<b>Valor P</b>
Modelo	3,66	62	0,06	1,29	0,1177
Tratamiento	0,28	3	0,09	2,03	0,1129
Semana	1,56	15	0,10	2,26	0,0074
Tratamiento*semana	1,82	44	0,04	0,90	0,6444
Error	5,92	129	0,05		
Total	9,58	191			

Tabla 10

*Análisis de varianza de humedad*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Prueba F</b>	<b>Valor P</b>
Modelo	1,26	62	0,02	2,35	<0,0001
Tratamiento	0,37	3	0,12	14,44	<0,0001
Semana	0,27	15	0,02	2,12	0,0128
Tratamiento*semana	0,61	44	0,01	1,61	0,0213
Error	1,11	129	0,01		
Total	2,37	191			

Tabla 11

*Prueba de Tukey de temperatura*

<b>C T1</b>	(F=3,58; P<0,005)
<b>C T2</b>	(F=3,22; P<0,005)
<b>C T3</b>	(F=3,177; P<0,005)

Tabla 12

*Prueba de Tukey de pH*

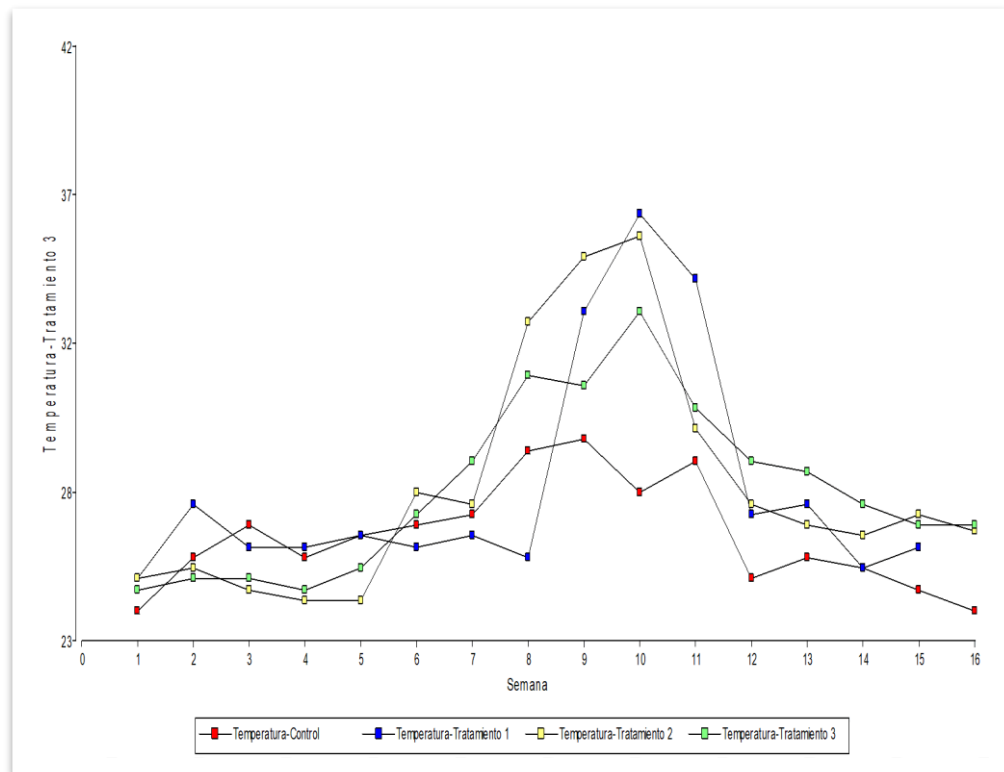
<b>C T3</b>	(F=2,814; P>0,005)
<b>T1 T2</b>	(F=1,004; P>0,005)
<b>T1 T3</b>	(F=2,341; P>0,005)
<b>T2 T3</b>	(F=3,345; P<0,005)

Tabla 13

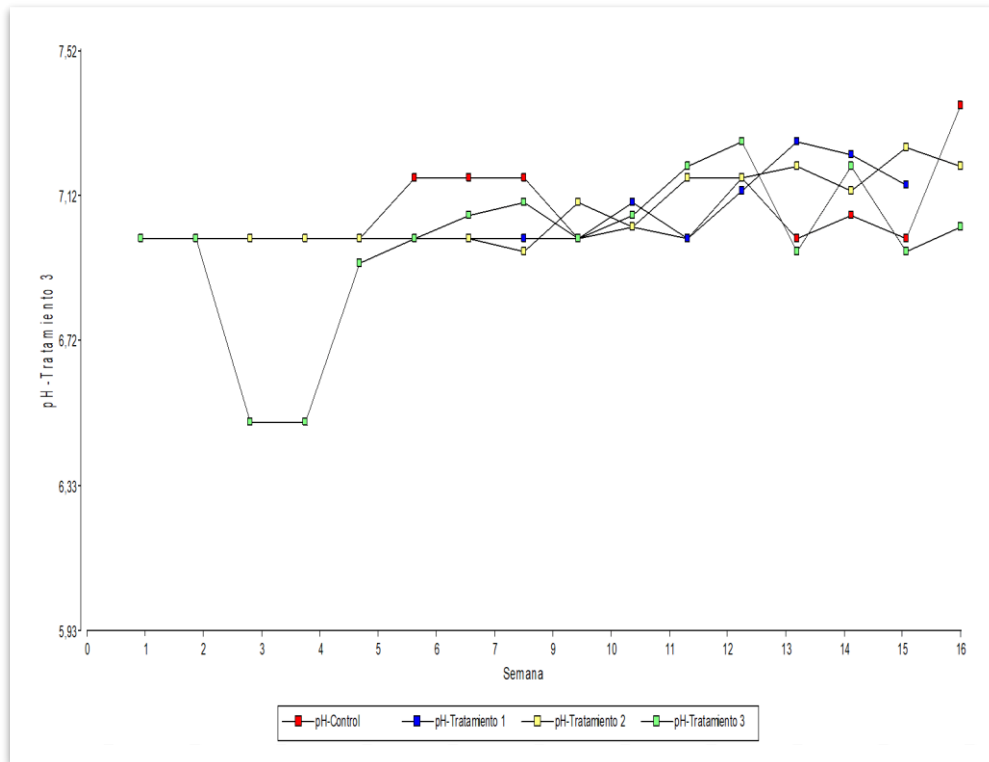
*Prueba de Tukey de humedad*

<b>C T1</b>	(F=4,772; P<0,005)
<b>C T2</b>	(F=6,166; P<0,005)
<b>C T3</b>	(F=8,853; P<0,005)
<b>T1 T2</b>	(F=1,344; P>0,005)
<b>T1 T3</b>	(F=4,081; P<0,005)
<b>T2 T3</b>	(F=2,687; P>0,005)

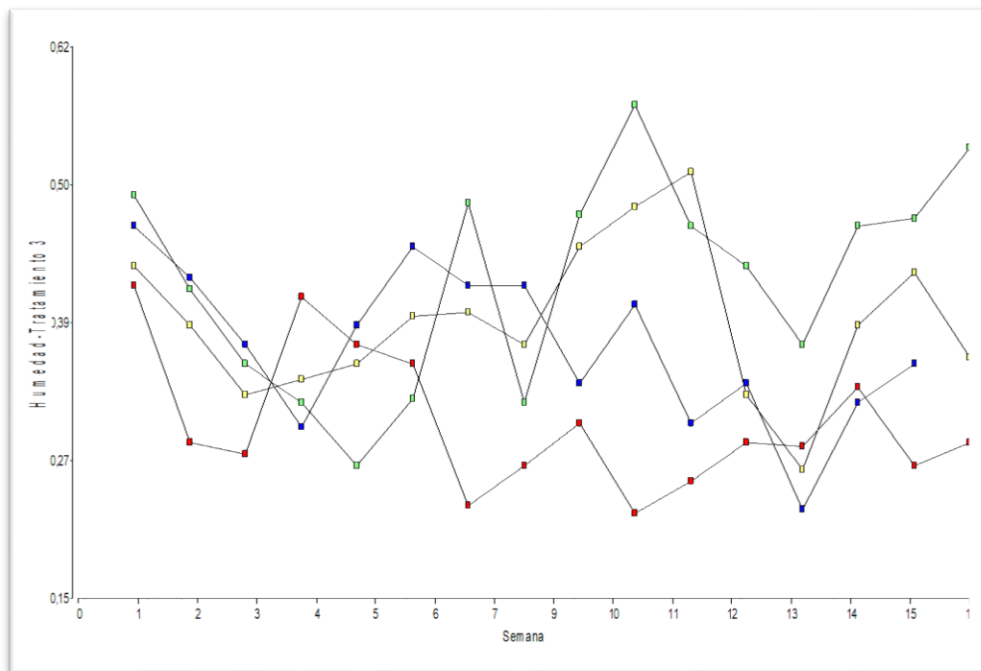
## FIGURAS



**Figura 14.** Comportamiento de temperatura a través del tiempo



**Figura 15.** Comportamiento de pH a través del tiempo





21-40  61-80

**Pregunta N°4**

**¿Realiza algún tratamiento de los residuos ganaderos?**

SI  NO

**En caso de que conteste sí ¿Qué tipo de tratamiento realiza?**

\_\_\_\_\_

**Pregunta N°5**

**¿Cuántos chanchos tiene en su predio pecuario?**

1-20  41-60  >80

21-40  61-80

**Pregunta N°6**

**Tiene cultivos en su predio Sí\_ No\_**

**Si su respuesta es sí, señale que cultivo tiene sus hectáreas**

Maíz \_\_\_Ha.

Caña \_\_\_ Ha.

Plátano\_\_Ha.

Yuca \_\_Ha.

Otro \_\_\_\_\_

**Pregunta N°7**

**¿Sabe qué es el compostaje?Sí \_\_\_\_\_No \_\_\_\_\_**

**(Si es Sí, explique)**

**Pregunta N°8**

**¿Estaría dispuesto a aplicar la técnica del compostaje?**

SI  NO

¿Por qué? \_\_\_\_\_

## Anexo 2. Fotografías



**Fotografía 1.** Encuesta realizada a los dueños de los predios pecuarios



**Fotografía 2.** Establo de animales bovinos



**Fotografía 3.** Recolección de residuos porcinos



**Fotografía 4.** Recolección de residuos porcinos



**Fotografía 5.** Recolección de residuos bovinos



**Fotografía 6.** Culminación de recolección de residuos agropecuarios



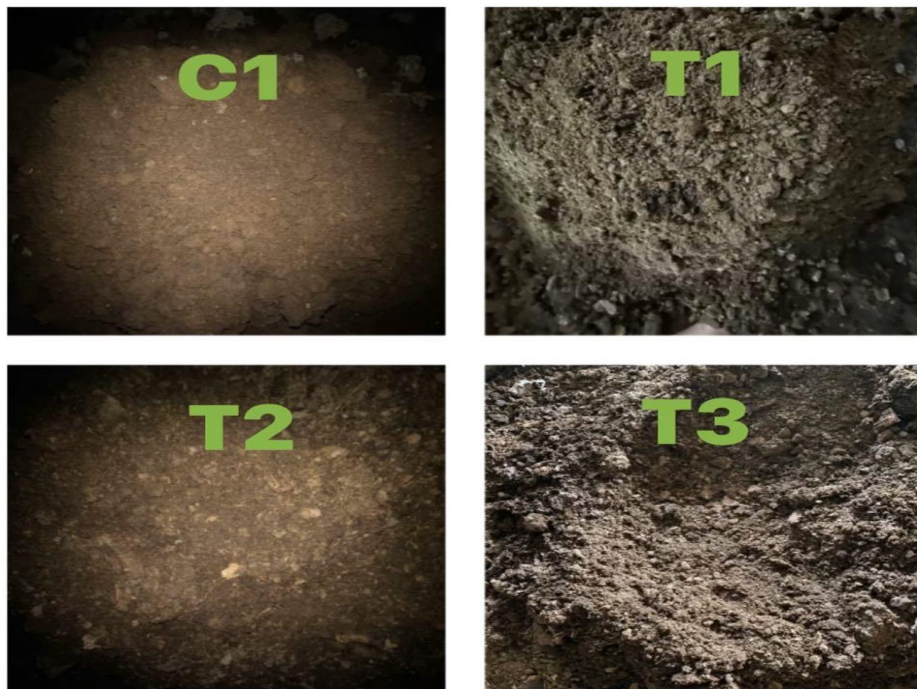
**Fotografía 7.** Control de variables



**Fotografía 8.** Volteo del compostaje



**Fotografía 9.** Compostaje terminado



**Fotografía 10.** Resultado de los tratamientos



**Fotografía 11.** Compost depositado en sacos



**Fotografía 12.** Pesaje del compost