



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

### **CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

#### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES  
AUTÓCTONOS EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST, DE RESIDUOS DEL  
GANADO: CASO DE ESTUDIO LYG FARM, QUITO, ECUADOR.”**

---

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de Médico Veterinario y  
Zootecnista.

**Autor:**

González Ramírez Erick Gabriel

**Tutor:**

Molina Cuasapaz Edie Gabriel MVZ. Mtr.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

**González Ramírez Erick Gabriel**, con cedula de ciudadanía No. 050385978-7, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST, DE RESIDUOS DEL GANADO: CASO DE ESTUDIO LYG FARM, QUITO, ECUADOR.” siendo el Médico Veterinario Zootecnista. Mtr. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Tutor del presente trabajo; y eximo 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.

Latacunga, 03 de agosto del 2021

González Ramírez Erick Gabriel  
Estudiante  
CC: 0503859787

MVZ. Mtr. Edie Gabriel Molina Cuasapaz  
Docente Tutor  
CC: 1722547278

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **González Ramírez Erick Gabriel**, identificada/o con cedula de ciudadanía **050385978-7**, de estado civil **Soltero**, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph. D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Medicina Veterinaria**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Caracterización del efecto de microorganismos eficientes autóctonos en la producción de compost, de residuos del ganado: caso de estudio LYG FARM, Quito, Ecuador.**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de carrera: Abril 2016 – Agosto 202016

Finalización de la carrera: Abril 2021 – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo. - 20 de mayo del 2021

Tutor. - MVZ. Mtr. Edie Gabriel Molina Cuasapaz

Tema: “Caracterización del efecto de microorganismos eficientes autóctonos en la producción de compost, de residuos del ganado: caso de estudio LYG FARM, Quito, Ecuador.”

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 03 días del mes de agosto del 2021.

Gabriel González

**EL CEDENTE**

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

**LA CESIONARIA**

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

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST, DE RESIDUOS DEL GANADO: CASO DE ESTUDIO LYG FARM, QUITO, ECUADOR”, de GONZÁLEZ RAMÍREZ ERICK GABRIEL”, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.**

Latacunga, 03 de agosto del 2021

MVZ. Mtr. Edie Gabriel Molina Cuasapaz

**DOCENTE TUTOR**

CC: 1722547278

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

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, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales ; por cuanto, el postulante: **González Ramírez Erick Gabriel** con el título de Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST, DE RESIDUOS DEL GANADO: CASO DE ESTUDIO LYG FARM, QUITO, ECUADOR.”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 03 de agosto 2021

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

MVZ. Mg. Cristian Fernando Beltrán Romero

C.C. 050161635-3

Lector 2

MVZ. Mg. Cristian Neptali Arcos Álvarez.

C.C. 180367563-4

Lector 3

MVZ. Mg. Paola Jael Lascano Armas.

C.C. 050291724-8

## **AGRADECIMIENTO**

*A mis padres, a mi abuelita, mi tía y hermanos por su apoyo moral y económico que me brindaron durante todo el trascurso de mi carrera lo cual agradezco infinitamente.*

*Quiero agradecer a mi mejor amigo Marcelo y Allison los cuales fueron un pilar muy importante para la culminación de mi carrera de Medicina Veterinaria.*

*A mi tutor al MVZ. Mtr. Gabriel Molina, por guiarme durante todo el trascurso de este proyecto en a la hacienda “LYG FARM.”*

*Y a la Universidad Técnica de Cotopaxi que me permitió formarme tanto como profesional como humano.*

*Erick Gabriel González Ramírez*

## **DEDICATORIA**

*Especialmente a mis padres, Patricio y Esmeralda que me apoyaron en todo el trascurso de mi carrera.*

*A mi abuelita, mami gata, que siempre estuvo brindándome su apoyo sin importar lo difícil de las cosas, por creer siempre en mí.*

*A mi tía hermana Vanessa, que me supo apoyar y por estar siempre pendiente de mí.*

*Gracias por todo su amor y sus esfuerzos, hoy culmino una gran etapa de mi vida, cumpla mi mayor sueño, ser Médico Veterinario.*

*Gabriel*

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:** “CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST, DE RESIDUOS DEL GANADO: CASO DE ESTUDIO LYG FARM, QUITO, ECUADOR.”

**AUTOR:** González Ramírez Erick Gabriel

### RESUMEN

La presente investigación se realizó en la hacienda LYG FARM, ubicada en la provincia de Pichincha, Cantón Quito perteneciente a la parroquia La Ecuatoriana, donde se encuentra el proyecto de investigación y el bosque de la zona para la captura de los EMA´s. La finalidad de esta investigación fue acelerar el proceso de descomposición del compostaje mediante la inoculación de microorganismos aislados de una pila de compostaje y de microorganismos eficientes autóctonos (EMA´s) esto debido a que el estiércol generado en los sistemas ganaderos puede provocar impactos ambientales negativos debido a la falta de técnicas para el manejo y valores económicos muy altos en los sistemas de tratamiento de purines, es por ello que esta investigación se enfocó en buscar un proceso menos laborioso y de fácil implementación que garantice la aceleración del compost. Se trabajó con tres pilas de compost (T1, T2 y testigo) en los cuales el T1 fue inoculado con microorganismos de otro compostaje (*Streptomyces spp* y *bacillus spp*) y el T2 fue inoculado con microorganismos eficientes autóctonos (EMA´s), los mismos que demostraron ser capaces de descomponer de manera más rápida el excremento del ganado, el periodo de descomposición con microorganismos de otro compostaje y EMA´s fue de 30 días, en los cuales se tomaron parámetros para medir su eficacia como la temperatura en la cual el T1 inoculado con microorganismos de otro compostaje obtuvo una temperatura máxima de 50° C y llegó a su fase de maduración y enfriamiento al día 30. El T2 inoculada con microorganismos eficientes autóctonos (EMA´s) alcanzó una temperatura máxima de 50,3° C y llegó a su fase de maduración y enfriamiento al día 27, por otro lado el testigo se mantuvo con temperaturas entre 49-50° C al día 30 lo que significa que se mantuvo en fase termófila. En los análisis enviados a laboratorio de los tratamientos y testigo, el T2 tiene parámetros aceptables para su reintroducción a potreros.

**Palabras Clave:** Autóctonos, compost, EMA´s, estiércol, Microorganismos, pH, temperatura, termófila.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**TITLE:** "CHARACTERIZATION OF THE EFFECT OF EFFICIENT AUTOCHTHONOUS MICROORGANISMS IN THE PRODUCTION OF COMPOST, FROM LIVESTOCK WASTE: CASE STUDY LYG FARM, QUITO, ECUADOR."

**AUTHOR:** González Ramírez Erick Gabriel

### ABSTRACT

This research was carried out at the "LYG FARM" farm, located in the province of Pichincha, Cantón Quito belonging to the La Ecuatoriana parish, where the research project and the forest in the area for the capture of EMA's are located. The purpose of this research was to accelerate the composting decomposition process by inoculating isolated microorganisms from a compost pile and efficient autochthonous microorganisms (EMA's), this because the manure generated in livestock systems can cause negative environmental impacts. Due to the lack of techniques for handling and very high economic values in slurry treatment systems, this is why this research focused on finding a less laborious and easy-to-implement process that guarantees compost acceleration. We worked with three compost piles (T1, T2 and control) in which T1 was inoculated with microorganisms from another compost (*Streptomyces* spp and *Bacillus* spp) and T2 was inoculated with efficient autochthonous microorganisms (EMA's), the same that demonstrated to be able to decompose more quickly livestock excrement, the decomposition period with microorganisms from other composting and EMA's was 30 days, in which parameters were taken to measure its effectiveness such as the temperature at which the T1 inoculated with microorganisms from another compost obtained a maximum temperature of 50° C and reached its maturation and cooling phase on day 30. The T2 inoculated with efficient autochthonous microorganisms (EMA's) reached a maximum temperature of 50,3° C and reached At its maturation and cooling phase on day 27, on the other hand, the control remained at temperatures between 49-50° C on day 30, which means that it remained in the thermophilic phase. In the analyzes sent to the laboratory of the treatments and control, T2 has acceptable parameters for its reintroduction to paddocks.

**KeyWords:** Autochthonous, compost, EMA's, manure, Microorganisms, pH, temperature, thermophilic.

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. ....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
4.1. Directos. ....	3
4.2. Indirectos. ....	3
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
6. OBJETIVOS:.....	4
6.1. OBJETIVO GENERAL:.....	4
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	5
7.1. LA GANADERIA BOVINA. ....	5
7.2. SISTEMA INTENSIVO.....	6
7.2.1. Ventajas del sistema de engorde intensivo. ....	6
7.3. DEYECCIONES GANADERAS.....	7
7.3.1. Excretas. ....	7
7.3.2. Orina.....	8
7.4. ESTRATEGIAS DE TRATAMIENTO DE PURINES .....	8
7.4.1. Balsas para purines. ....	8
7.4.2. Intervalos de rendimiento.....	9
7.4.3. Técnica de separación sólido – líquido. ....	10
7.4.4. Coagulación – floculación.....	10
7.4.5. Separación por rejilla. ....	11
7.4.6. Separación por prensa de tornillo. ....	11
7.4.7. Separación por centrifugación. ....	12
7.4.8. Compostaje. ....	13

7.4.9.	Biodigestores o digestión anaerobia. ....	15
7.4.10.	Stripping y absorción. ....	16
7.5.	MICROORGANISMOS EFICIENTES. ....	16
7.5.1.	Bacterias ácido lácticas. ....	17
7.5.2.	Bacterias fotosintéticas. ....	17
7.5.3.	Levaduras. ....	17
7.5.4.	Actinomicetes. ....	18
7.5.5.	Hongos fermentadores. ....	18
8.	HIPÓTESIS: ....	18
8.1.	H0. ....	18
8.2.	H1. ....	18
9.	DETERMINACIÓN DE VARIABLES. ....	19
10.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL. ....	19
10.1.	Metodología. ....	19
10.1.1.	Área de investigación y duración del proyecto. ....	19
10.2.	Diseño de la investigación. ....	20
10.2.1.	Método de Investigación. ....	20
10.2.2.	Tipo de Investigación. ....	20
10.3.	Técnicas de investigación. ....	21
10.3.1.	Técnica y procedimiento para la recolección de datos. ....	21
10.3.2.	Materiales y procedimiento para la recolección de EMA´s. ....	21
10.3.3.	Aislamiento de microorganismos de compostajes. ....	23
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. ....	27
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS). ....	35
12.1.	IMPACTOS TÉCNICOS. ....	35
12.2.	IMPACTOS SOCIALES. ....	35
12.3.	IMPACTOS ECONÓMICOS. ....	35
12.4.	IMPACTOS AMBIENTALES. ....	35
13.	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO. ....	36
14.	CONCLUSION. ....	37
15.	RECOMENDACIONES. ....	38
16.	BIBLIOGRAFIA. ....	39
17.	ANEXOS. ....	47
	ANEXO 1. ....	47
	ANEXO 2. ....	48

ANEXO 3: .....	49
ANEXO 4: .....	50
ANEXO 5: .....	50
ANEXO 6: .....	51
ANEXO 7: .....	51
ANEXO 8: .....	52
ANEXO 9: .....	52
ANEXO 10:.....	53
ANEXO 11:.....	53
ANEXO 12:.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Balsa para purines (20). .....	9
<b>Figura 2:</b> Clasificación de sistemas de separación sólidos – líquidos (22). .....	10
<b>Figura 3:</b> Diagrama Coagulación – floculación (23). .....	10
<b>Figura 4:</b> Diagrama estructura de fases por rejilla (23). .....	11
<b>Figura 5:</b> Diagrama del sistema de tornillo prensa (23). .....	12
<b>Figura 6:</b> Diagrama separación por centrifugación (23). .....	12
<b>Figura 7:</b> Esquema conceptual del proceso de compostaje (25). .....	14
<b>Figura 8:</b> Fases del proceso de compostaje (25). .....	14
<b>Figura 9:</b> Instalación para residuos ganaderos (26). .....	16
<b>Figura 10:</b> Preparación de trampas EMA´s. ....	22
<b>Figura 11:</b> Lugares para la captura de EMA´s .....	22
<b>Figura 12:</b> Microorganismos eficientes autóctonos. ....	23
<b>Figura 13:</b> Temperatura para toma de muestras de microorganismos. ....	24
<b>Figura 14:</b> Diluciones de las muestras obtenidas en relación de 1:10 y 1:100. ....	25
<b>Figura 15:</b> Cultivos de microorganismo en placa de Petri. ....	25
<b>Figura 16:</b> Muestras para análisis físico-químico. ....	26
<b>Figura 17:</b> Cambios post-inoculación de microorganismos en la pila de compostaje T1. ....	32
<b>Figura 18:</b> Cambios post-inoculación de microorganismos en la pila de compostaje T2. ....	32
<b>Figura 19:</b> Cambios en la pila de compostaje TESTIGO. ....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°1.</b> Supervivencia de patógenos en purines. ....	9
<b>Tabla N°2.</b> Condiciones ideales para el desarrollo del proceso de compostaje. ....	13
<b>Tabla N°3.</b> Variables del proyecto investigativo. ....	19
<b>Tabla N°4.</b> Tratamientos experimentales. ....	20
<b>Tabla N°5:</b> Número de Unidades Formadoras de Colonias (valores estimados).....	27
<b>Tabla N°6:</b> Análisis de laboratorio propiedades físico-químicas de tratamientos y testigos..	34

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Porcentaje estadístico de Unidades Formadoras de Colonias.....	28
<b>Gráfico 2:</b> Cambio de temperatura durante el proceso de compostaje. ....	29
<b>Gráfico 3:</b> Fases del compostaje.....	30
<b>Gráfico 4:</b> Variación de pH.....	31

## **1. INFORMACIÓN GENERAL.**

### **Título del Proyecto:**

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST, DE RESIDUOS DEL GANADO: CASO DE ESTUDIO LYG FARM, QUITO, ECUADOR.

**Fecha de inicio:** 15/01/2021

**Fecha de finalización:** 15/07/2021.

### **Lugar de ejecución:**

Hacienda LYG FARM, Quito, Ecuador.

### **Facultad que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **Carrera que auspicia:**

Medicina Veterinaria

### **Proyecto de investigación vinculado:**

Sistemas Integrados de Producción Animal

### **Equipo de Trabajo:**

González Ramírez Erick Gabriel (Anexo 1)

Edie Gabriel Molina Cuasapaz (Anexo 2)

### **Área de Conocimiento:**

Agricultura

Sub área 64. Veterinaria

### **Línea de investigación:**

Análisis, Conservación y Aprovechamiento de la biodiversidad local

### **Sub Líneas de investigación de la Carrera:**

Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

El manejo de los residuos orgánicos que se generan en la producción animal es uno de los problemas de la mayoría de explotaciones ganaderas puesto que: (i) en su proceso de eliminación contaminan directamente los cuerpos de agua aledaños, además (ii) genera emisiones que son una fuente de contaminación hacia la atmosfera, debido a que estas generan gases de efecto invernadero. El problema se agrava ya que los productores no ven rentable el usos de equipos o de instalaciones para tratar los residuos del ganado especialmente por sus valores elevados que generaría en la explotación ganadera, es por esto que el proyecto se basó en analizar las ventajas de un sistema de procesamientos de estos residuos orgánicos en un tiempo inferior, se utilizó microorganismos benéficos (EMA's capturados en un bosque endémico de la zona) y microorganismos autóctonos (Aislados de otra pila de compost) sobre el proceso de descomposición del compost. La pila fue volteada una vez a la semana por el lapso de un mes, se valoraron diferentes parámetros como temperatura la misma que presentó una máxima de  $>50^{\circ}$  C en el T1, T2 y testigo al día 24, al final del proceso ambos tratamientos culminaron en el día 30 con una fase de maduración y enfriamiento, mientras que el testigo al día 30 se mantuvo caliente y en fase termófila, con lo que respecta al pH tanto como los tratamientos y testigos se mantuvieron en condiciones aceptables cercanos a la neutralidad con valores entre 6-7, las propiedades físico-químicas de los tratamientos y testigo, el T1 y T2 son aceptables para su reintroducción a potreros.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROTECTO.**

El estiércol generado en los sistemas ganaderos puede provocar impactos ambientales negativos, considerando que un bovino puede excretar al día del 5 al 6 % de su peso vivo, es decir un novillo de 400kg de peso vivo genera entre 20-25kg diarios de estiércol (1). Si no existe un control en el almacenamiento, el transporte o la aplicación, se podría generar contaminación ambiental, debido a la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, y la acumulación de micro y macro nutrientes en el suelo y en los cuerpos hídricos superficiales (2). No obstante, el estiércol puede ser utilizado como fuente primaria de los procesos de biodigestión o compostaje.

El producto del compost es abono orgánico (compost), este proceso requiere del diseño de estructuras de captura o concentración, recolección, de las excretas, en base a la estimación de los volúmenes a generar y consecuentemente a contener (3). La infraestructura necesaria representa un gasto económico, que se recupera al reducir la utilización de fertilizantes

inorgánicos en los potreros, por la aplicación de compost. Adicionalmente, el compost contiene macro y micro minerales, y es rico en materia orgánica por lo tanto mejora las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo (4). Sin embargo, el proceso de compostaje en condiciones normales dura aproximadamente 90 días, incrementando la necesidad de áreas destinadas a este proceso en las unidades productivas.

No obstante, los microorganismos eficientes autóctonos se agrupan en una gran diversidad microbiana como bacterias ácido lácticas, fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con capacidades fermentativas que mejoran la calidad y reducen los tiempos de maduración de abonos (5).

Por consiguiente, el objetivo de la presente investigación es optimizar el compost mediante la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos (EMA's) de la zona, para acelerar el proceso de descomposición del estiércol del ganado.

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

##### **4.1. Directos.**

- ✓ Grandes y pequeños productores ganaderos del cantón Quito, Pichincha.
- ✓ Grandes y pequeños productores ganaderos del cantón Latacunga, Cotopaxi.

##### **4.2. Indirectos.**

- ✓ El investigador principal del proyecto, requisito previo a la obtención del Título de Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

#### **5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El estiércol del ganado genera impactos ambientales, en los cuales el suelo puede ser seriamente afectado por el estiércol si contiene concentraciones altas de nutrientes (nitrógeno, fósforo), microorganismos patógenos, antibióticos, y compuestos que interactúen con el sistema endócrino. Así mismo, el agua es contaminada por excretas ganaderas directamente a través de escurrimientos, infiltraciones y percolación profunda en las granjas, e indirectamente por escorrentías y flujos superficiales desde zonas de pastoreo y tierras de cultivo. Y el aire debido a los contaminantes liberadas por el estiércol hacia la atmósfera, destaca el amoníaco, así como otros gases de efecto invernadero (GEI) que incluyen metano y óxido nitroso (6). El manejo de los residuos que genera la ganadería influye en las emisiones de gases, contaminación atmosférica, aguas y desechos residuales (7).

Cabe señalar que la sustentabilidad de las explotaciones pecuarias radica en la eficiencia en el uso de los recursos disponibles, por ejemplo, la reincorporación total del estiércol producido por los animales al suelo, después de haber sido sometido a procesos de descomposición mediados por microorganismos. La aplicación de dichos procesos es dependiente de la infraestructura y superficie disponible en las explotaciones pecuarias, dada la cantidad de tiempo necesario para la descomposición.

Consecuentemente, esta investigación evaluó la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos en el tiempo de obtención del compostaje, con el fin de que facilite el manejo del estiércol producido, es decir, reducir en tiempo y espacio.

## **6. OBJETIVOS:**

### **6.1. OBJETIVO GENERAL:**

- Evaluar el tiempo de producción de compost, mediante la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos (EMA's), en la hacienda "LYG FARM".

### **6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Caracterizar a los microorganismos eficientes autóctonos (EMA's) y aislar microorganismos del compost elaborado en la hacienda LYG FRAM.
- Determinar la velocidad de descomposición del estiércol al aplicar EMA's y los microorganismos aislados del compost
- Analizar la composición nutricional, y físico-química de los compostajes.

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1. LA GANADERIA BOVINA.**

La ganadería bovina es una actividad económica en la que los productores buscan aumentar sus producciones ya sea destinadas a carne o a leche, en lo cual sus animales deben estar completamente sanos gracias a una adecuada alimentación y manejo.

Los esquemas de producción de carne vacuna, en el Ecuador, son esencialmente pastoriles y se basan en la capacidad de los rumiantes para aprovechar los forrajes fibrosos y transformarlos en carne. De esta forma el ser humano puede conseguir un alimento de alta calidad biológica a partir de materiales que no puede consumir directamente (8).

Los extremos en las formas de producir carne están representados por los “sistemas extensivos” netamente pastoriles, a base de forraje, el que es cosechado directamente por los vacunos, sin ninguna adición extra de alimento por parte del hombre; y por los “sistemas intensivos” de producción, donde el total del alimento consumido es suministrado diariamente por el ser humano.

Al referirnos al sistema de explotación intensiva a corral, hablamos de una tecnología de producción de bovinos sea de carne o leche en la que los animales están en confinamiento y adaptados a dietas de alta concentración energética y de alta digestibilidad.

Estos dos sistemas tanto extensivo como intensivo, tienen un gran efecto sobre lo que es el medio ambiente, en el cual uno de los principales es el efecto invernadero en el que participan cuatro gases diferentes de los cuales tres pueden provenir de las actividades ganaderas: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), y el cuarto, los clorofluorocarbonos (CFC), de la actividad industrial (refrigerantes). La acción de éstos consiste en atrapar la radiación infrarroja en la atmósfera, impidiendo que escape al espacio, y así el planeta sufre un calentamiento atmosférico gradual (9).

La FAO en uno de sus informes señala que la producción pecuaria es una de las principales causas de contaminación en el mundo, como el calentamiento del planeta, la degradación de las tierras, la contaminación atmosférica y del agua, y la pérdida de biodiversidad. Estima que el ganado es uno de los responsables de dicha contaminación con un 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero (10) .

Las regulaciones o normas para el manejo de estiércol provenientes del ganado en confinamiento por un lado también dependen mucho entre países y regiones, y su propósito es

disminuir el impacto negativo en el ambiente. Una de las pocas alternativas viables para disminuir el impacto ambiental negativo de las excretas ganaderas es implementar o generar biogás, pero los costos de los equipos para capturar y utilizar este gas para generar electricidad son altos todavía (11).

Los seis países con mayor responsabilidad en la producción de metano son: ex-Unión Soviética (13%), Brasil (12%), India (10%), USA (9%), China (6%) y Australia (2%) (12).

En Ecuador el gas metano proveniente de la ganadería se produce como subproducto de procesos digestivos, mayormente en animales de estómago compuesto (rumiantes como vacunos y ovinos), y señalan que, en el año 2012, las emisiones de GEI de la categoría Fermentación entérica contabilizaron 6 361,04 Gg de CO<sub>2</sub>-eq que contribuyen con un 43,43% dentro del sector (13).

## **7.2. SISTEMA INTENSIVO**

Este sistema está enfocado al confinamiento de los animales en la que el encargado es el principalmente el hombre para proveer diariamente a los animales de alimento, agua y refugio.

### **7.2.1. Ventajas del sistema de engorde intensivo.**

- Reduce el tiempo de engorde de los animales, debido al incremento del ritmo de aumento de peso.
- Mayor producción de carne por hectárea ya que el espacio destinado para los animales es menor.
- Se aprovecha la estacionalidad de los precios del ganado. Se tiene animales gordos en momentos de escasez, al lograr una mayor independencia de los factores climáticos, ya que la dieta no depende de la disponibilidad y calidad de las pasturas.
- Liberar campo para otras actividades o categorías con mayor rentabilidad por hectárea. La utilización de concentrados, tanto en confinamiento como en suplementación, reduce la demanda de forraje (14).

En lo que respecta al sistema intensivo posee varias ventajas para manejar al ganado vacuno y principalmente la mayor ventaja es que se pueden manejar de mejor manera las efluentes y estiércol ya que se pueden transportar a distintas áreas para su tratamiento y reutilización.

El sistema intensivo requiere de un diseño de recolección procesamiento así también como de almacenamiento ya que al diseñar estas estructuras el objetivo principal es la contención y manejo de los efluentes líquidos y sólidos para reducir al mínimo los escapes al medio y generar

el menor impacto ambiental posible. El proceso se inicia con la estimación de los volúmenes a producir y consecuentemente a contener, tanto en líquidos como en sólidos.

### **7.3. DEYECCIONES GANADERAS**

En la actualidad no existe una solución única para la correcta eliminación de deyecciones ganaderas que asegure la correcta eliminación del problema. La solución es una combinación de gestión y tecnología, adaptada a cada realidad, y siempre con objetivos, que se defina en cada zona en función del balance de nutrientes realizado en ésta, del problema de transporte que se deba resolver y de otros requerimientos que se deban cumplir (15).

Las excretas están conformadas por nutrientes, como porcentaje de sólidos totales secos, es aproximadamente en el estiércol recién excretado, de: nitrógeno 3 - 4%; fósforo 1-2%; potasio 1,5 - 3%; calcio 0,6%. Las deyecciones contienen nutrientes, ya que el bovino absorbe en proporción muy poco de lo que ingiere. El 70 a 80% del nitrógeno consumido se elimina con las excretas. En la materia fecal, como nitrógeno de proteína bacteriana y proteína directa del alimento. En orina, proviene de la urea. Más del 90% del fósforo que ingresa con la dieta se elimina con la materia fecal en forma de fosfatos. Cualquier otro exceso de minerales en el alimento aparecerá en las excretas, dada la fisiología digestiva (16).

#### **7.3.1. Excretas.**

Las heces, estiércol o también llamada bosta están compuestas principalmente por agua y por alimentos no digeridos provenientes de fibra lignificada indigerible o por granos de cubierta muy firme, las excretas del bovino posee un alto contenido de agua (17).

Los bovinos no pueden controlar voluntariamente lo que es el paso de sus excretas para ser eliminadas, pero hay un componente alelomimético es decir que en muchas de las ocasiones gran parte de los individuos de un rebaño defecan cuando otra vaca lo hace (17).

En los bovinos las defecaciones pueden darse ya sea con el animal caminado o con el animal echado, pero, lo normal es que suceda estando de pie con una postura típica en la cual la base de la cola se levanta y se arquea separándose del cuerpo, las patas traseras se colocan ligeramente adelantadas y separadas y la espalda se arquea. El grado de arqueamiento varía entre individuos. Una postura de defecación especial es adoptada tanto por los machos como por las hembras durante los comportamientos en los que escarban en el suelo y que forman parte de los patrones de conducta normales durante las amenazas de lucha (18).

### **7.3.2. Orina.**

En la mayoría de los ungulados, los machos, tanto enteros como castrados adoptan una postura para orinar con las patas abiertas, cuando orinan el pene se exterioriza, las hembras no suelen adoptar esta postura, sino que retrasan sus patas traseras (se plantan) y seguidamente a la expulsión de la orina contraen la vulva, cuando están en celo pueden darse conductas más complejas (18).

En las hembras bovinas no orinan mientras caminan y solo en muy pocas ocasiones se ha podido evidenciar que orinen acostadas o tumbadas.

El autor menciona que un bovino sano orina una media de 9 veces y defeca de 12-18 veces en 24 horas. El número diario de veces que orina o defeca es mayor en vacas que están produciendo leche que en las que están secas, aunque el volumen de orina y heces emitida por cada vaca varía con la raza, el número de veces que se hace es aproximadamente el mismo (18).

## **7.4. ESTRATEGIAS DE TRATAMIENTO DE PURINES**

El Servicio Nacional De Salud Animal (SENASA) manifiesta que los purines son un subproducto de origen animal, generado por la actividad ganadera que consiste en la mezcla fortuita de boñiga, agua y la orina, que se recogen como consecuencia del proceso normal de dicha actividad, principalmente lechera, estabulados y semiestabulados. Las excretas son una fuente de nutrientes, minerales y materia orgánica para el suelo utilizable como fertilizante y de esta forma reciclarlos dentro del eco-sistema del pastizal (19).

Los purines son una combinación de sólidos y líquidos provenientes del ganado, por lo que su mal manejo de dichos purines conlleva a daños al ambiente los mismos que pueden generar problemas de salud pública como de los animales ya que se pueden generar agentes patógenos causantes de enfermedades, entonces de ahí proviene su importancia de estandarizar el subproducto de origen animal.

### **7.4.1. Balsas para purines.**

El empleo y utilización de balsas como se puede observar en la Figura 1 puede estar justificada cuando se trata grandes volúmenes de almacenamiento con la finalidad de lograr periodos de retención más prolongados, estas balsas para su implementación deben estar cercadas y construidas de tal manera que garantice su impermeabilidad natural o con revestimientos artificiales con el objetivo de evitar cualquier riesgo de filtración y contaminación de aguas superficiales o subterráneas (20).



**Figura 1:** Balsa para purines (20).

#### 7.4.2. Intervalos de rendimiento.

Uno de los principales parámetros a tener en cuenta en la implementación de balsas es el tiempo de almacenamiento de microorganismos patógenos los cuales tienen un tiempo de prevalencia en los purines los cuales se detallan a continuación (21).

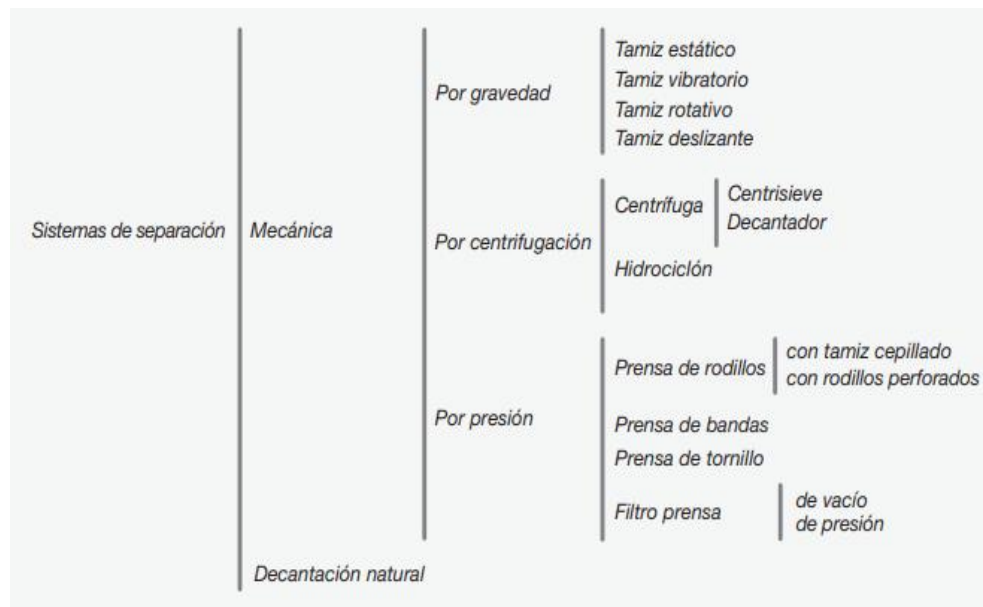
**Tabla N°1.** Supervivencia de patógenos en purines.

<b>Microorganismos patógenos</b>	<b>Tiempo de permanencia</b>
<i>Yersinia enterocolitica</i>	< 1 semana
<i>Pasteurella multosida</i>	6 días
<i>Fusobacterium necrophorum</i>	6 días
<i>Echerichia coli</i>	1 – 5 días
<i>Salmonella</i>	De 2 semanas a 5 meses
<i>Leptospira</i>	4 – 5 meses
<i>Clostridium perfringens</i>	> 7 meses
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	9 meses

**Fuente:** (21).

### 7.4.3. Técnica de separación sólido – líquido.

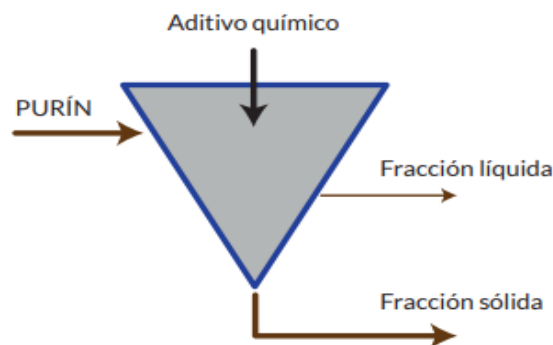
Los equipos de separación de los sólidos y líquidos representado en la figura 2, se encuentran en diferentes sistemas de explotación ganadera ya que son equipos de gran utilidad para tratar grandes cantidades de deyecciones, siendo estos de tipos de gravedad, compresión y centrifugación.



**Figura 2:** Clasificación de sistemas de separación sólidos – líquidos (22).

### 7.4.4. Coagulación – floculación.

Como se expresa en la figura 3, esta técnica permite la coagulación y la floculación que son pretratamientos químicos en los cuales cuyo objetivo principal es mejorar la separación mecánica de los componentes de los purines mediante la modificación de las propiedades de sus partículas (ya sea por agregación, sedimentación y/o flotación) (23).

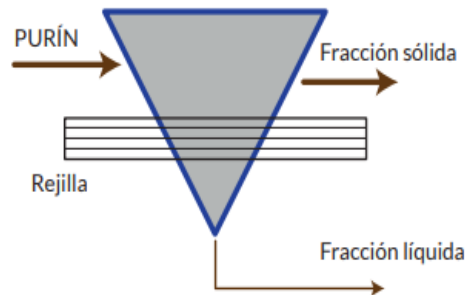


**Figura 3:** Diagrama Coagulación – floculación (23).

Esta técnica pertenece a la del grupo de separación de sólidos/líquidos, en las cuales las partículas suspendidas en los purines se caracterizan por su tamaño (coloides) y también por su carga negativa lo que ocasiona que se repelen entre sí.

#### 7.4.5. Separación por rejilla.

En este sistema representado en la figura 4, se basa en la separación de los sólidos de los purines a través de un mecanismo de rejilla, que al detectar el residuo íntegro del purín un tamaño considerable de los sólidos en suspensión su presencia puede bloquear elementos de transferencia de la granja tales como bombas y tuberías, así como los tubos para la aplicación del purín mediante manguera o enterramiento, tanto superficial como profundo, por lo que se recomienda emplear esta técnica de separación de fracciones (23).

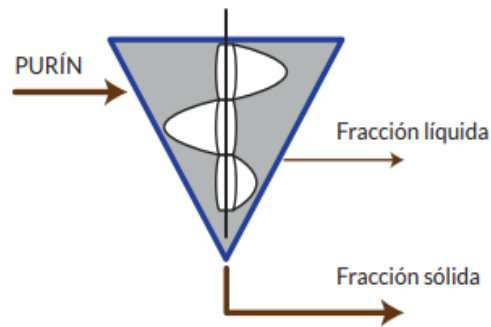


**Figura 4:** Diagrama estructura de fases por rejilla (23).

Esta técnica puede tener limitaciones ya que los sólidos deben tener un tamaño considerable o aceptable para así quedar retenidos en la rejilla, posteriormente las rejillas deben limpiarse de una forma periódica con el fin de evitar obstrucciones sobre la misma.

#### 7.4.6. Separación por prensa de tornillo.

Es una técnica de separación por presión de los sólidos de los líquidos de los purines la cual consiste en aplicar presión para separar por filtración los sólidos del contenido semilíquido del que está compuesto el purín (23).

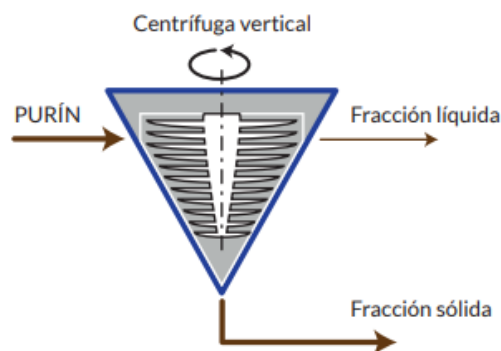


**Figura 5:** Diagrama del sistema de tornillo prensa (23).

En la figura 5, el purín ingresa en un cilindro con una pared en forma de filtro, que contiene un tornillo helicoidal en la que la fracción líquida pasa a través del mismo y se recoge en un contenedor aparte, por otro lado, los sólidos se someten a presión mediante la rotación del tornillo sobre su eje central y se compacta por la pérdida de líquido.

#### 7.4.7. Separación por centrifugación.

Separa los sólidos de los líquidos en dos capas distintas por lo que en la capa interna deposita una elevada concentración de materia seca y en la capa externa deposita la fracción líquida, compuesta por una suspensión coloidal, materia orgánica y sales, mediante una fuerza centrífuga la cual utiliza un cilindro cerrado con un movimiento de giro que va entre 3.000 a 4.000 rpm (23).



**Figura 6:** Diagrama separación por centrifugación (23).

En esta técnica como se observa en la figura 6, las partículas sólidas son dirigidas hacia el extremo cónico y salen por las aberturas de descarga de sólidos y la fase líquida se descarga a través de aberturas de desagüe que se encuentran localizadas en el extremo ancho de la centrifugadora.

#### 7.4.8. Compostaje.

El compostaje es una alternativa donde el hombre tiene una gran intervención para el proceso de descomposición natural de la materia orgánica, en las cuales deben mantener ciertas condiciones ambientales apropiadas así también el tiempo debe ser el adecuado. Es un proceso biooxidativo controlado, en la que prevalece diferentes tipos de microorganismos que requieren humedad y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido adecuados y que produce al final de los procesos de degradación, CO<sub>2</sub>, agua y minerales, así como una materia orgánica estabilizada, libre de fitotoxinas y dispuesta para su empleo en agricultura sin que provoque fenómenos adversos (24).

Ya que el compostaje es un proceso aerobio en el cual las prácticas de manejo deben crear las condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo de los microorganismos los cuales intervienen directamente en el proceso de descomposición, estas condiciones deben ser la relación carbono/nitrógeno, humedad, temperatura, oxígeno, pH, tamaño de partícula, tamaño de montón y tiempo como se detalla en la Tabla N° 2.

**Tabla N°2.** Condiciones ideales para el desarrollo del proceso de compostaje.

<b>PARÁMETRO</b>	<b>RANGO ACPTABLE</b>	<b>CONDICION ÓPTIA</b>
<b>Relación C/N</b>	20/1 – 40/1	25/1 – 30/1
<b>Humedad</b>	40 – 65%	50 – 60%
<b>Temperatura</b>	55 – 75° C	65 – 70° C
<b>Volteo</b>	Cada semana	Depende de T° y humedad
<b>pH</b>	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0
<b>Tamaño de la partícula</b>	0.3 – 5 cm	0.5 - 1 cm
<b>Tamaño del montón</b>	0.8 -1.2 m	≈ 0.8 m
<b>Tiempo</b>	2 – 3 meses	1 – 2 meses

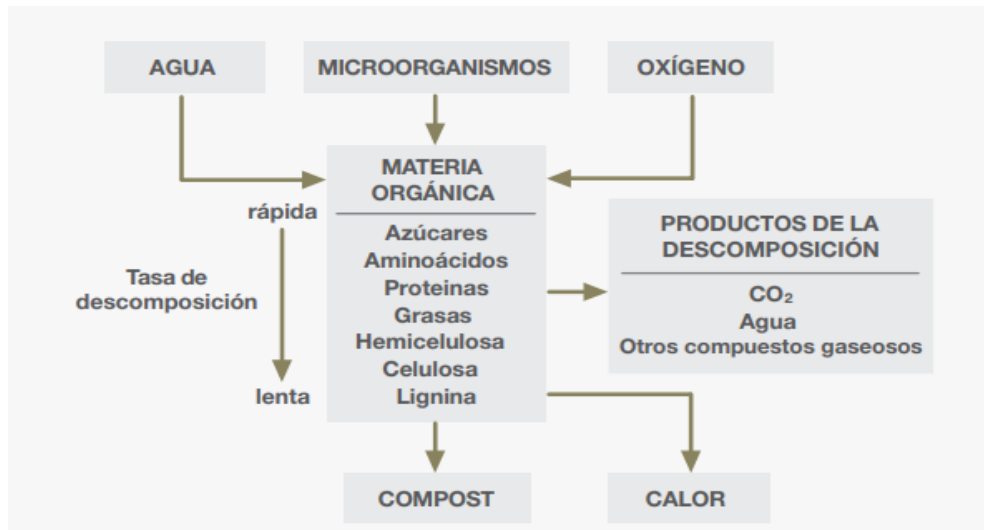
**Fuente:** (24).

##### 7.4.8.1. Método de compostaje.

Existen diferentes sistemas los cuales permiten un proceso más rápido de descomposición del compostaje con un control más exhaustivo pero que necesita un ingreso más elevado, por lo cual uno de los sistemas más accesible y más simple es la de conformar pilas de unos dos metros de altura, los cuales deben ser volteados periódicamente y se humedecen cada que sea necesario (25).

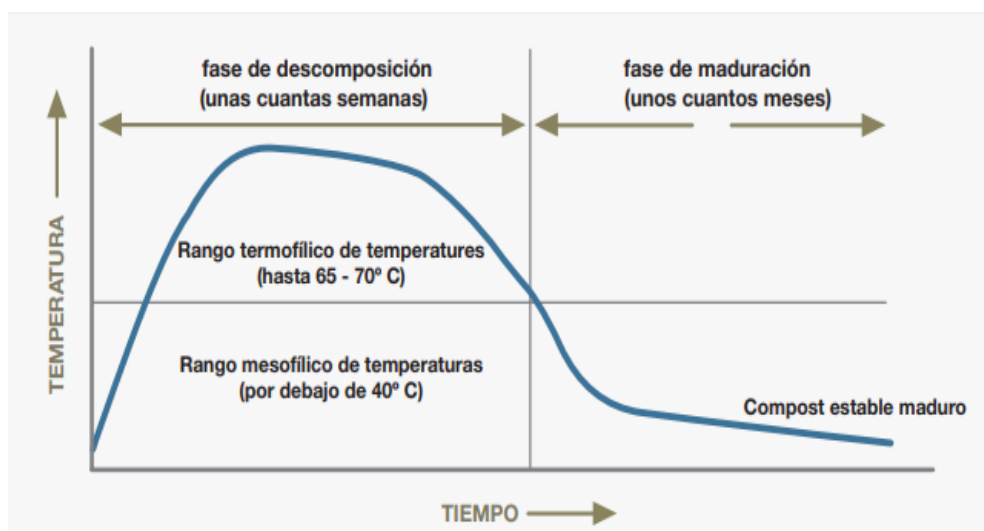
### 7.4.8.2. Proceso de compostaje.

En la figura 7, cuando inicia el proceso las reacciones biológicas de la descomposición de la materia orgánica da lugar a un incremento de la temperatura, la cual generara o provocara una evaporización por parte de la humedad, a la misma se debe aplicar aire necesario para que este proceso siga hasta que la materia orgánica degradable se consuma y baje la temperatura, a esta se conoce como fase de descomposición (25).



**Figura 7:** Esquema conceptual del proceso de compostaje (25).

La siguiente fase es la de maduración como se observa en la figura 8, donde esta se realiza de una forma más lenta debido a que acaba de realizarse un proceso de estabilización a una temperatura ambiente.



**Figura 8:** Fases del proceso de compostaje (25).

Para la creación de compostaje se debe tener en cuenta que uno de los inconvenientes es que se debe contar con un espacio suficiente, que también tenga una superficie impermeable y un sistema de recogida de lixiviados ya que estos mismos servirán para ser reutilizados para regar el compost.

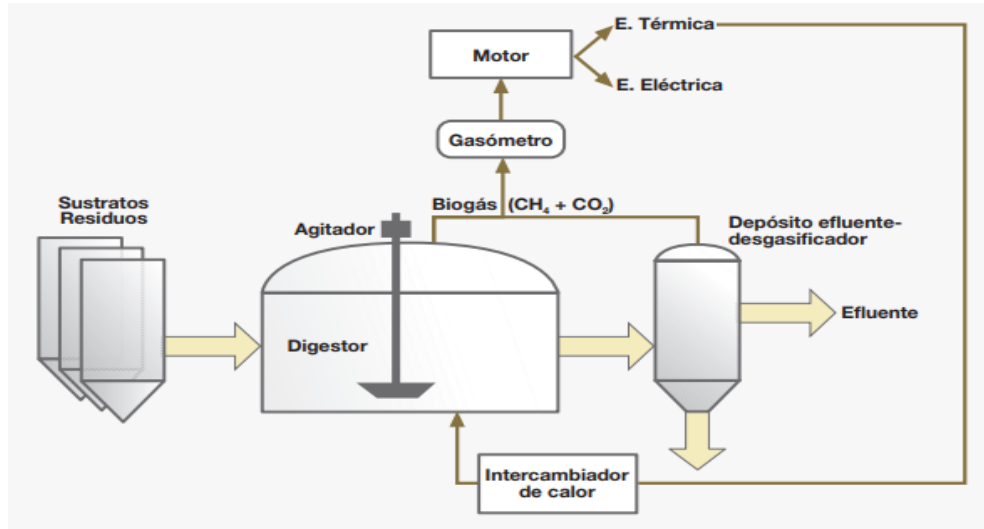
#### **7.4.8.3. Cambios que presenta el proceso de compostaje.**

Al inicio del proceso del compostaje uno de los parámetros que presenta una considerable evolución es la temperatura que al inicio presenta temperaturas muy altas que con el transcurso del proceso va decreciendo a medida que también lo hace la actividad microbiana al escasear la materia orgánica degradable. Se nota la desaparición de materia orgánica debido a la acción de microorganismos y la materia orgánica que queda es más resistente a la degradación microbiana, se presentan evoluciones de distintas formas de nitrógeno, al igual que el pH relacionada con la generación de amoníaco al inicio del proceso y posteriormente a la materia orgánica resistente a la degradación y la salinidad debido a la pérdida de masa por la descomposición de materia orgánica (26).

#### **7.4.9. Biodigestores o digestión anaerobia.**

Los biodigestores (figura 9), presentan una digestión anaerobia o también llamada biometanización o lo que es la generación de gas, esto se da gracias a la privación de oxígeno en la que la materia orgánica de las deyecciones es transformada gracias a microorganismos lo que genera una mezcla de gases a lo que se conoce como biogás, conformado especialmente de metano y también dióxido de carbono (26).

En este proceso la materia orgánica se descompone en compuestos más sencillos y luego convertidos en AGV (ácidos grasos volátiles), seguido de este proceso los microorganismos metanogénicos consumen los AGV para producir metano y dióxido de carbono.



**Figura 9:** Instalación para residuos ganaderos (26).

Este tipo de sistema tiene ciertas ventajas como la utilización del biogás producido, estabilidad de la materia orgánica, homogeneización, etc. Pero uno de los inconvenientes en el uso de biodigestores es que necesita de espacio amplios y de una infraestructura con un valor elevado.

#### 7.4.10. Stripping y absorción.

En este proceso el nitrógeno amoniacal se ve sometido a una corriente de aire, en el cual el proceso de stripping se ve priorizado solo si el pH de la entrada del proceso es alto y también debe contener una temperatura superior o igual a 60°C. Por otro lado, el proceso de absorción requiere que el agua de absorción tenga un pH bajo. Si se consigue una sal amoniacal limpia, sin contaminación por materia orgánica ni malos olores que recuerden a los purines, se puede sustituir por un fertilizante mineral, pero para ello sería conveniente eliminar previamente la materia orgánica más volátil de los purines (27).

#### 7.5. MICROORGANISMOS EFICIENTES.

Los microorganismos eficientes (Effective Microorganisms) son un tipo de cultivo mixto en el cual existen microorganismos eficientes benéficos naturales es decir que no tienen ninguna manipulación genética, que por lo general están presentes en ecosistemas naturales y que son compatibles entre sí, los ME se componen de cinco grupos microbianos generales: bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetes, hongos filamentosos con capacidad fermentativa (28).

### **7.5.1. Bacterias ácido lácticas.**

Las bacterias ácido lácticas o BAL son unos de los grupos de microorganismos representadas por varios géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común. Son cocos o bacilos Gram positivos no esporulados inmóviles, anaerobios, microaerofilos, oxidasa, catalasa y bencidina negativa, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único producto de la fermentación de los carbohidratos (29).

Estos microorganismos tienen diversas aplicaciones entre las principales esta la fermentación de la leche, carne y vegetales para obtener una variedad de alimentos ya sea yogur, quesos, embutidos, ensilados, etc.

### **7.5.2. Bacterias fotosintéticas.**

Representadas por las especies *Rhodospseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides* que son microorganismos autótrofos facultativos, se caracterizan por la utilización como fuentes de carbono a las moléculas orgánicas producidas por los exudados de las raíces de las plantas y además como fuente de energía utilizan la luz solar y la energía calórica del suelo (30).

La bacteria *R. palustris* es una bacteria fototrófica facultativa considerada una bacteria púrpura no de azufre. Puede producir aminoácidos, ácidos orgánicos, hormonas, vitaminas y azúcares, en la que pueden ser utilizados por microorganismos heterótrofos para su crecimiento. La *R. sphaeroides* es fotosintética facultativa y Gram negativa, las células de *R. sphaeroides* pueden vivir ya sea en agua dulce o en agua de mar, y formar una película rosada en la superficie de los estanques (31).

### **7.5.3. Levaduras.**

Las levaduras son un grupo microbiano presente en la preparación de los ME capaces de utilizar diversas fuentes de carbono (glucosa, sacarosa, fructosa, galactosa, maltosa, suero hidrolizado y alcohol) y de energía. Varias especies del género *Saccharomyces* conforman esta comunidad microbiana, aunque prevalece las especies *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*. Estos microorganismos requieren como fuente de nitrógeno el amoníaco, la urea o sales de amonio y mezcla de aminoácidos. No son capaces de asimilar nitratos ni nitritos (32).

El fósforo de igual manera es uno de los nutrientes requeridos que se pueden suministrar como ácido fosfórico, magnesio, el calcio, hierro, cobre, zinc, complejo B, en si las levaduras pueden sintetizar aquellas sustancias antimicrobianas provenientes de azúcares y de aminoácidos que provienen de bacterias fotosintéticas.

#### **7.5.4. Actinomicetes.**

Los actinomicetos son bacterias Gram negativas, pero no son ácido alcohol resistentes una de sus características se da por la formación de filamentos ramificados y que son algo parecidos a los hongos, son saprofitos y sus células son procariotas. Los que se destacan en los microorganismos eficientes son *Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus* que son las principales especies de actinomicetes informadas. Muchos de los actinomicetos son de vida libre especialmente en el suelo se destacan por su papel principal en la solubilización de la pared celular o componentes de las plantas, hongos e insectos. Por ello tienen gran importancia en el compostaje y en la formación de suelos. Algunas especies de actinomicetes pueden ser endófitos en tejidos vegetales (33).

#### **7.5.5. Hongos fermentadores.**

Los hongos de fermentación entre los cuales cabe resaltar a los *Aspergillus oryzae* (Ahlburg) Cohn, *Penicillium sp*, *Trichoderma sp* y *Mucor hiemalis* Wehmer. *A. oryzae* que es un hongo microscópico, aeróbico y filamentoso y son capaces de descomponer rápidamente la materia orgánica, produciendo esteroides, alcohol y sustancias antimicrobianas. Este proceso genera la desodorización y evita la aparición de gusanos e insectos nocivos. Los hongos poseen requerimientos relativamente bajos de nitrógeno, lo cual les brinda una ventaja competitiva en la descomposición de materiales como la paja y la madera (34).

### **8. HIPÓTESIS:**

#### **8.1. H0**

Los microorganismos eficientes autóctonos son más eficaces que los microorganismos aislados del compostaje y aceleran el proceso de descomposición de los residuos del ganado.

#### **8.2. H1**

Los microorganismos aislados del compostaje son más eficaces que los microorganismos eficientes autóctonos y aceleran el proceso de descomposición de los residuos del ganado.

## 9. DETERMINACIÓN DE VARIABLES.

Tabla N°3. Variables del proyecto investigativo.

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES
Microorganismos benéficos (Ema's)	Tiempo de descomposición de la materia orgánica.	Inspección externa
Microrganismos autóctonos.	Nutrientes.	Inspección externa
	Temperatura.	Inspección externa
	pH	Inspección externa

## 10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 10.1. Metodología.

#### 10.1.1. Área de investigación y duración del proyecto

La investigación se llevó a cabo en la provincia de Pichincha, cantón Quito, en las instalaciones de la hacienda “LYG FARM”; el cultivo y captura de los microorganismos eficientes autóctonos se llevó a cabo en el bosque propio de la zona donde se deduce que por su biota endémica y la no intervención antagónica del hombre es el lugar correcto para cumplir con esta actividad, con una duración de 30 días.

##### 10.1.1.1. Ubicación de la zona estratégica

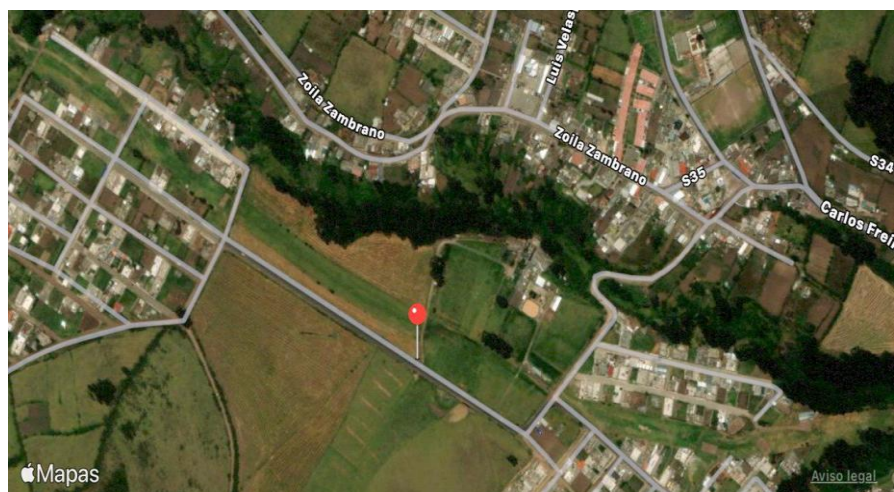
La hacienda “LYG FARM” se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, Cantón Quito perteneciente a la parroquia La Ecuatoriana, donde se encuentra el proyecto de investigación y el bosque de la zona para la captura de los EMA's.

**Latitud:** 0° 17' S

**Longitud:** 78° 35' O

**Altitud:** 3050 msnm

**Temperatura:** 15 °C



### 10.1.1.2. Unidad experimental

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó 450kg de estiércol bovino provenientes de la hacienda “LYG FARM”, sumado de 45kg de viruta de madera, formando tres grupos de investigación los cuales se detallan a continuación:

**Tabla N°4.** Tratamientos experimentales.

<b>PILAS DE COMPOST</b>	<b>Testigo</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
	1	1	1

**Testigo:** Conformada de 150kg de estiércol bovino más 15kg de viruta de madera.

**T1:** Conformada de 150kg de estiércol bovino más 15kg de viruta de madera tratada con microorganismos provenientes de otros procesos de compostaje.

**T2:** Conformada de 150kg de estiércol bovino más 15kg de viruta de madera tratada con microorganismos eficientes autóctonos (EMA´s).

## 10.2. Diseño de la investigación.

### 10.2.1. Método de Investigación.

La investigación se realizó el proceso de compostaje del abono del ganado de los tres tratamientos, en los cuales se valorará diferentes parámetros como el tiempo de aceleración del compost, y de igual manera se tomará otro valor como la temperatura, la misma que se tomará a los tres tratamientos en diferentes semanas.

### 10.2.2. Tipo de Investigación.

#### 10.2.2.1. Método Experimental.

La investigación experimental está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver (35).

En este tipo de método influye mucho el investigador ya que provoca ciertas situaciones para poder determinar las variables que a su vez son manipuladas por el mismo investigador con el fin de poder controlar las conductas observadas.

#### 10.2.2.2. Método Descriptivo.

El método descriptivo es considerado uno de los métodos cualitativos muy usado por los investigadores ya que el objetivo es evaluar ciertas características de una población o situación

particular. Tal como lo indica su nombre en este tipo de método el objetivo es describir de una forma narrativa, numérica y/o gráfica, bien detallada y exhaustiva de la realidad que se estudia el estado, comportamiento de una serie de variables (36).

### **10.2.2.3. Método Comparativo.**

Es uno de los métodos más utilizados por los investigadores ya que el objetivo fundamental del método comparativo consiste en la generalización empírica y la verificación de hipótesis. De esta manera el método comparativo ofrece el comprender cosas desconocidas a partir de las conocidas, la posibilidad de explicarlas e interpretarlas, perfilar nuevos conocimientos, destacar lo peculiar de fenómenos conocidos, sistematizar la información distinguiendo las diferencias con fenómenos o casos similares (37).

Se va a comparar tres tratamientos para analizar cuál de estos es más conveniente en la aceleración de tiempo de descomposición del compost y así poder sacar una comparación de cual tratamiento es más viable y rentable.

## **10.3. Técnicas de investigación.**

### **10.3.1. Técnica y procedimiento para la recolección de datos.**

La técnica utilizada en esta investigación es la observación de campo, para determinar el efecto de los microorganismos eficientes autóctonos (EMA's) y de los microorganismos aislados del compost.

### **10.3.2. Materiales y procedimiento para la recolección de EMA's**

Para la captura de microorganismos eficientes autóctonos se toma en cuenta según la guía de manejo de ME del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (38) y del proyecto de investigación "Captura, Identificación, Multiplicación, y Aplicación de Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMAs), para su aprovechamiento en la Producción Integral Agropecuaria" (39) ; estas dos utilizaron una metodología similar para la recolección de especies.

#### **10.3.2.1. Materiales:**

- 1 Tarrina de plástico.
- 1 Media nylon.
- Ligas.
- 4 onzas de arroz cocinado con sal (sin manteca).
- 2 cucharadas de melaza o miel de panela.

### 10.3.2.2. Procedimiento:

En cada tarrina de plástico se colocaron 4 onzas de arroz cocinado con sal seguido por las dos cucharadas de melaza, las dos cucharadas de caldo de carne como se observa en la figura 10 y se tapó la tarrina con un pedazo de media nylon y asegurado con una liga (Figura 10).



**Figura 10:** Preparación de trampas EMA's.

Una vez preparadas las trampas se eligió los sitios donde se realizó las capturas de los Ema's (Figura 11), se buscó lugares húmedos con vegetación apropiada para obtener materia orgánica para tapar las tarrinas una vez estén enterradas.



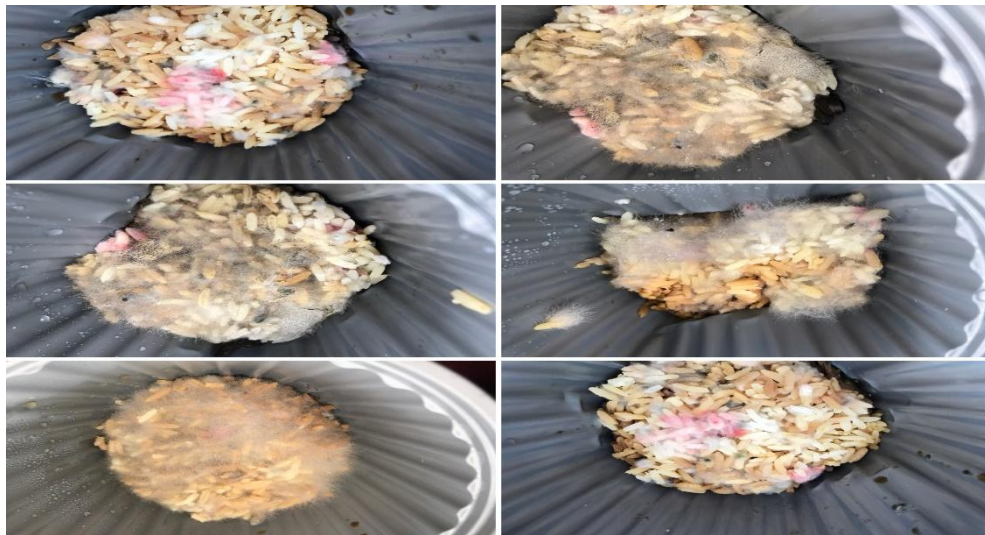
**Figura 11:** Lugares para la captura de EMA's

Para finalizar se enterró las tarrinas en las áreas elegidas, dejando el borde de las mismas a 10 centímetros de profundidad. Se colocó materia orgánica en proceso de descomposición

recogida en los sectores, sobre el nylon que tapa la boca de la tarrina, para esta actividad se realizaron 30 trampas para la captura de microorganismos (EMA's).

### 10.3.2.3. Cosecha y obtención de solución madre.

Para la cosecha, después de 2 semanas se desenterró las tarrinas y se retiró el arroz impregnado de microorganismos (EMAs) y se mezclaron en un balde el arroz de todas las tarrinas cosechadas. Con todo el arroz que se colocó en el balde se agregaron 9 litros de agua limpia cocinada pero fresca a la cosecha de arroz con microorganismos, se agregó 3 litros de melaza y se procede a batir la mezcla por el espacio de 5 a 10 minutos. Finalmente se filtró la mezcla para eliminar la parte gruesa de la mezcla (se obtuvieron 12 litros de solución madre de EMA's).



**Figura 12:** Microorganismos eficientes autóctonos.

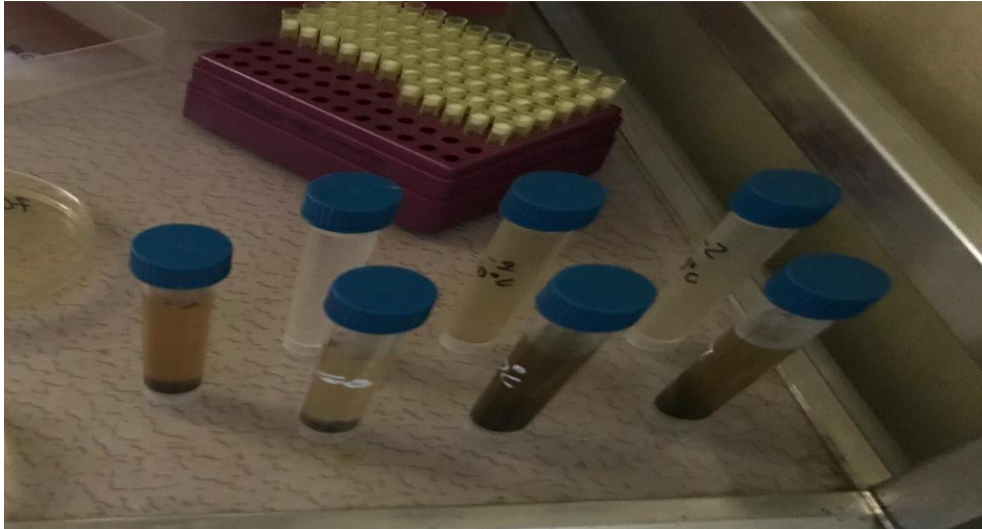
### 10.3.3. Aislamiento de microorganismos de compostajes.

Durante el proceso de compostaje de una pila de compostaje se tomaron cuatro muestras de tres lugares específicos en los cuales se buscó temperaturas de 40° C, 50° C, 60° C y 70° C respectivamente para poder aislar microorganismos resistentes a esas temperaturas y proceder a aplicarlos en sus respectivos agares para su propagación.



**Figura 13:** Temperatura para toma de muestras de microorganismos.

Por lo consiguiente para obtener una cuantificación de estos microorganismos aislados del compostaje se realizaron diluciones las cuales fueron distribuidas en el agar PDA (Potato Dextrose Agar) y agar Luria Bertani, de este modo, se realizaron diluciones en relación de 1:10, es decir 1gr de la muestra en 9 ml de solución salina para llegar a una concentración de  $10^{-1}$  para el agar PDA, posteriormente, de esta concentración se realizó otra dilución en relación de 1:100 tomando 1 ml de la concentración anterior en 9 ml de solución salina para llegar a una concentración de  $10^{-2}$  para el agar Luria Bertani, de las cuatro tipos de muestra recogidas en temperaturas de 40° C, 50° C, 60° C y 70° C como se observa en la figura 13. A continuación de estas diluciones con ayuda de una micro pipeta se toman 0,1 ml o 100  $\mu$ l y se colocan en el centro de la placa de Petri con el agar y con ayuda de la espátula de Drigalsky previamente esterilizada se extiende el cultivo sobre la superficie de la placa y una vez absorbido todo el líquido se colocó la placa en posición invertida para su cultivo (figura 14).



**Figura 14:** Diluciones de las muestras obtenidas en relación de 1:10 y 1:100.



**Figura 15:** Cultivos de microorganismo en placa de Petri.

En base al aislamiento e inoculación de microorganismos de otro compostaje y de microorganismos eficientes autóctonos (EMA's) se tomaron parámetros para determinar el tiempo de descomposición del estiércol bovino y poder analizar su composición nutricional, físico química de los tratamientos y testigos. El control de la temperatura se realizó manualmente mediante un termómetro digital, que se sumergió en la pila de compostaje de un lugar específico en este caso del centro de la pila, la temperatura se tomó cada 3 días por el lapso de un mes, mientras que el pH se evaluó una vez por semana utilizando 1gr de muestra de cada uno de los tratamientos y testigo, diluidos en 10 ml de solución salina, se agitaron y se dejaron reposar por 10 min y se midió mediante tiras de pH, las pilas de compost de igual manera fueron volteadas una vez por semana manualmente.

La verificación o conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de las placas se realizó a las 24 horas con una incubación a 40° C, contando las colonias por cuadrantes y multiplicado por cuatro y aplicando la siguiente formula:

$$\text{“UFC= \# de colonias x 10 x inverso de la dilución” (40).}$$

Por otra parte una vez aislados y multiplicados los microorganismos se inocularon a cada uno de los tratamientos, en los cuales los microorganismos aislados del compost fueron aplicados al tratamiento uno (T1), se fumigó con 6 litros de concentración de estos microorganismos mientras se volteaba la pila de compost y los microorganismos eficientes autóctonos (EMA's) fueron aplicados al tratamiento dos (T2), el cual se fumigó con 4,5 litros de solución madre mientras se volteaba la pila de compost y así poder evaluar cuál de los dos orígenes de microorganismos son eficientes en la aceleración del proceso de compostaje.

Para los análisis del compostaje de los tratamientos y testigo se tomaron aproximadamente 750gr de muestra fresca una vez volteada las pilas de compostaje (figura 15), debido a la cantidad de cada una de las pilas se tomaron muestras de cinco puntos diferentes y submuestras a diferentes profundidades (cerca de la superficie, cerca del centro de la superficie y centro de la superficie) de cada una de los tratamientos y testigo, las mismas que se fueron depositando en un recipiente y mezcladas para ser depositadas en fundas plásticas, se evitó la exposición al sol y altas temperaturas, posteriormente se enviaron al laboratorio AGRARPROJEKT S.A para su análisis correspondiente.



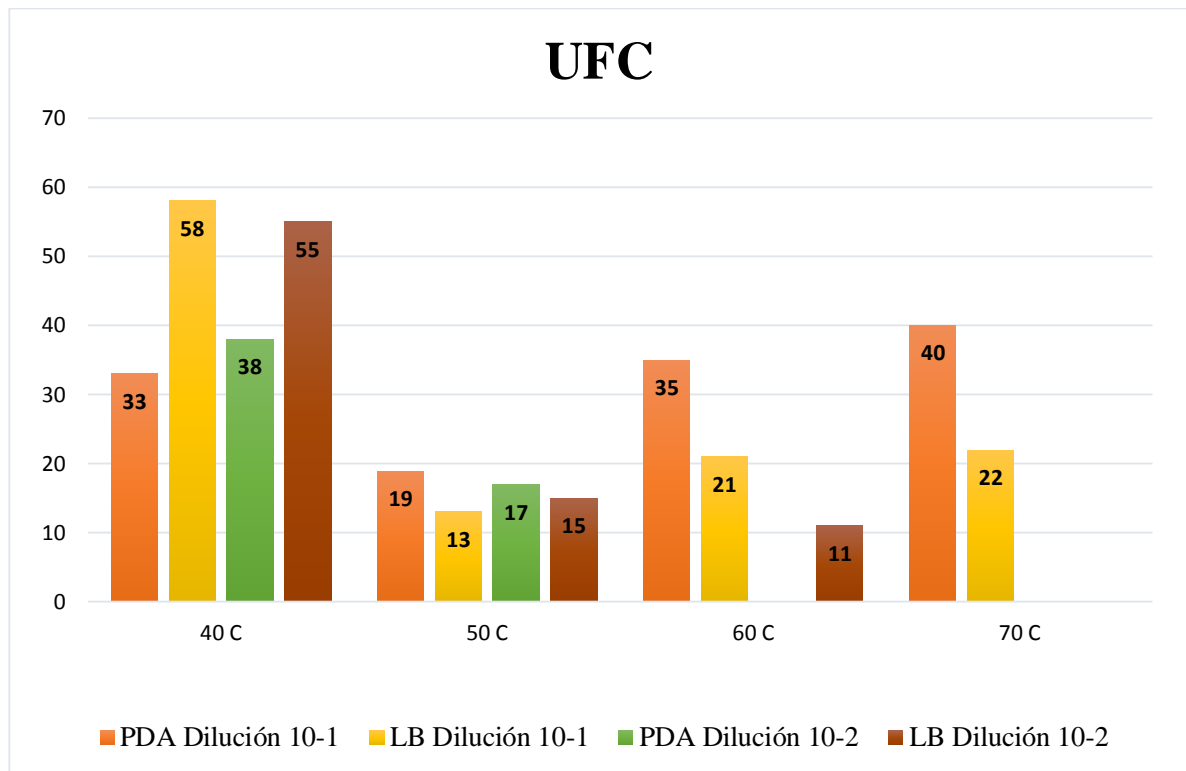
**Figura 16:** Muestras para análisis físico-químico.

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

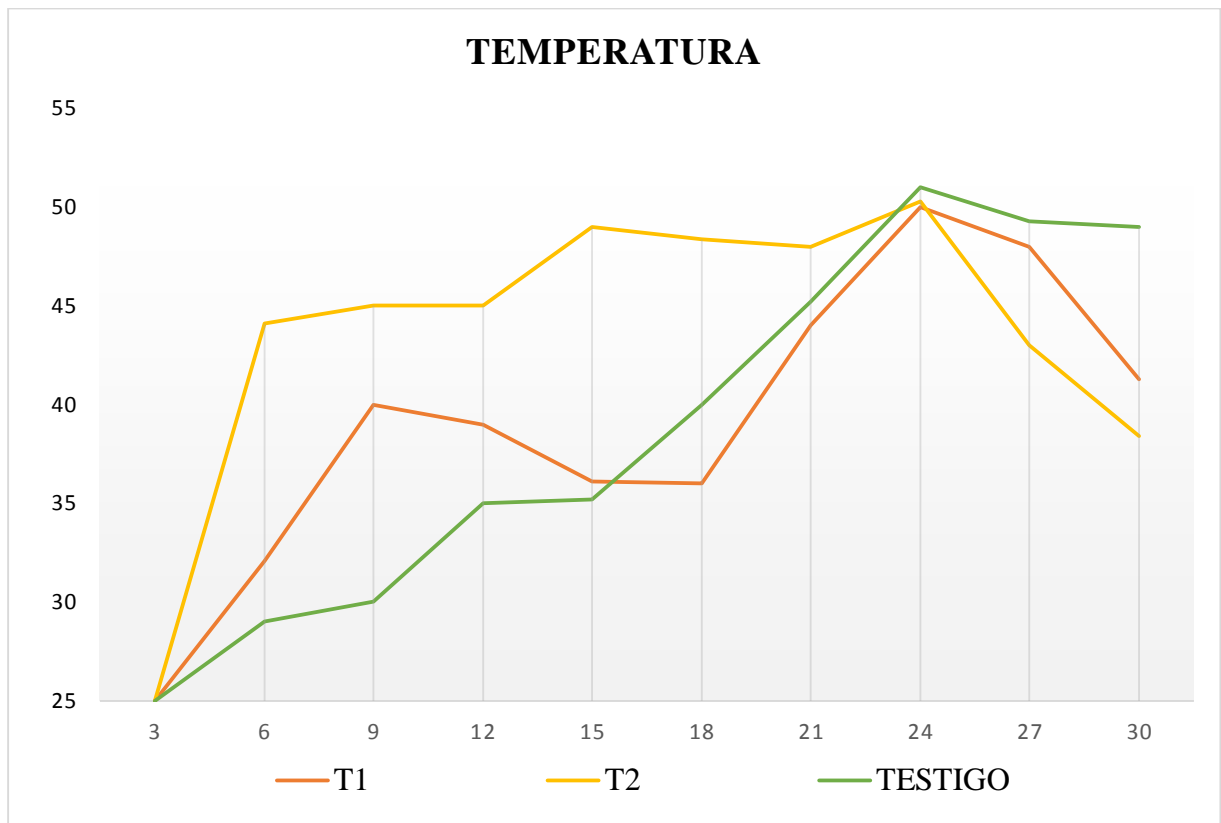
Los experimentos del compostaje se llevaron a cabo bajo un diseño completamente al azar con dos tratamientos y un testigo donde cada uno consta con sustratos de 150kg de estiércol bovino los mismos que se recolectaron de los alrededores de la hacienda y 15kg de viruta de madera. Los datos obtenidos en el aislamiento y conteo de unidades formadoras de colonias se expresan en la Tabla N°5 y Gráfico N° 1. Mediante características fenotípicas se pudo observar la presencia de especies como actinomicetos del género *Streptomyces spp.* La presencia de estos microorganismos se dan debido a las condiciones de los animales, tratamientos y suelo, esto según lo reportado por (Parada B, Marguet R, Vallejo M, 2017) que mencionan que este género son productoras de la mayoría de antibióticos frecuentes usados en la clínica de animales, así mismo mencionan que “la alta abundancia del género *Streptomyces* coincide con lo reportado por varios autores, destacando que este género representa el 70–95 % de los actinomicetos de suelo” (41) y también se evidenció la presencia de *bacillus spp.*

**Tabla N°5:** Número de Unidades Formadoras de Colonias (valores estimados).

TEMPERATURA	AGAR PDA	AGAR LB	AGAR PDA	AGAR LB
	Dilución 10 <sup>-1</sup>	Dilución 10 <sup>-1</sup>	Dilución 10 <sup>-2</sup>	Dilución 10 <sup>-2</sup>
40° C	3.3 x 10 <sup>-1</sup>	5.8 x 10 <sup>-1</sup>	3.8 x 10 <sup>-2</sup>	5.5 x 10 <sup>-2</sup>
50° C	1.9 x 10 <sup>-1</sup>	1.3 x 10 <sup>-1</sup>	1.7 x 10 <sup>-2</sup>	1.5 x 10 <sup>-2</sup>
60° C	3.5 x 10 <sup>-1</sup>	2.1 x 10 <sup>-1</sup>	----	1.1 x 10 <sup>-2</sup>
70° C	4.0 x 10 <sup>-1</sup>	2.2 x 10 <sup>-1</sup>	----	----

**Gráfico 1:** Porcentaje estadístico de Unidades Formadoras de Colonias.

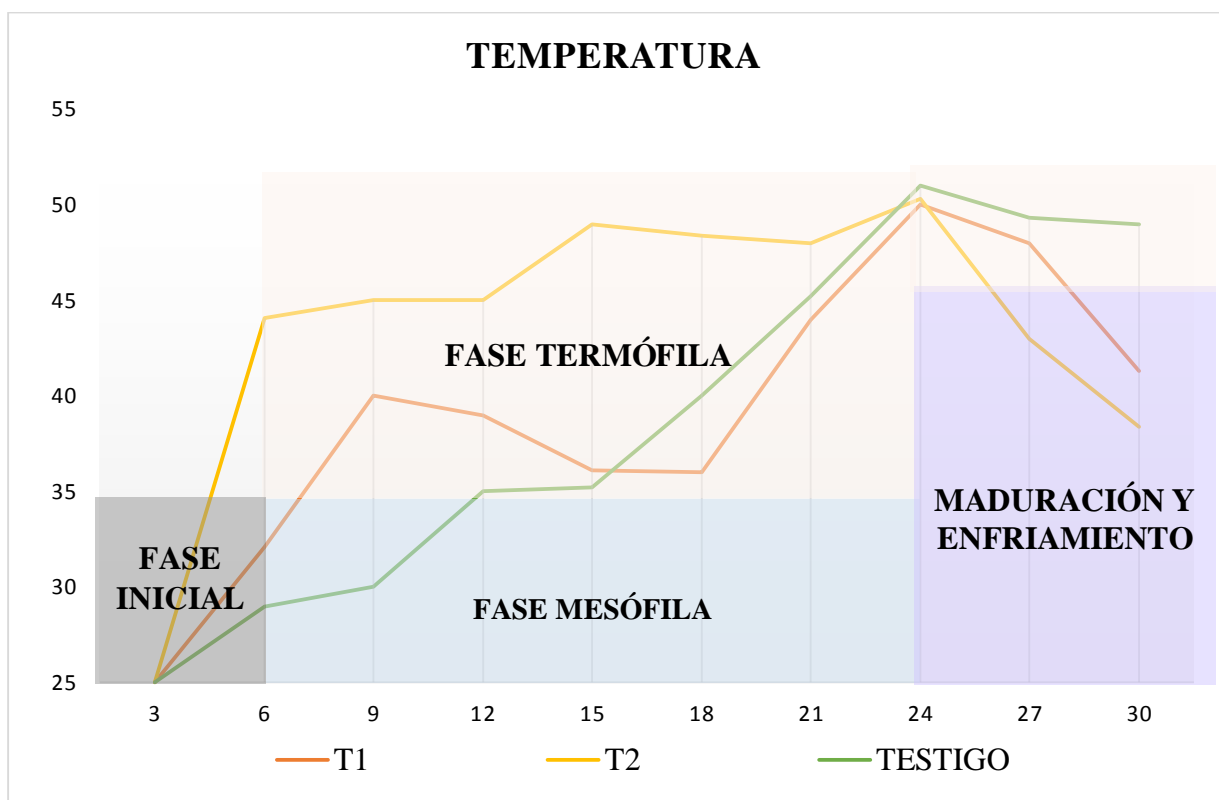
En el gráfico N° 1 se puede observar que las colonias que presentaron una mayor carga microbiana fue a una temperatura de 40° C con diluciones de 10<sup>-1</sup> del agar PDA en la cual nos dio como resultado 3.3 x 10<sup>-1</sup> y Luria Bertani 5.8 x 10<sup>-1</sup>; con dilución 10<sup>-2</sup> del agar PDA se obtuvo 3.8 x 10<sup>-2</sup> y Luria Bertani 5.5 x 10<sup>-2</sup> valores estimados. Por otro lado, las colonias a 50° C disminuyeron dando como resultado con dilución 10<sup>-1</sup> del agar PDA un total de 1.9 x 10<sup>-1</sup> y Luria Bertani 1.3 x 10<sup>-1</sup> valores estimados; con dilución 10<sup>-2</sup> del agar PDA se presentó un ligero incremento y se obtuvo 1.7 x 10<sup>-2</sup> y Luria Bertani 1.5 x 10<sup>-2</sup> valores estimados. Así mismo, las colonias a 60° C se pudo observar un aumento de las colonias donde la dilución 10<sup>-1</sup> del agar PDA reportó un total de 3.5 x 10<sup>-1</sup> y Luria Bertani 2.1 x 10<sup>-1</sup> valores estimados; con dilución 10<sup>-2</sup> del agar Luria Bertani 1.1 x 10<sup>-2</sup> valores estimados. Finalmente, las colonias de las muestras a 70° C con dilución 10<sup>-1</sup> del agar PDA se registró un aumento en el número total de colonias a comparación de las otras muestras con diferente temperatura, en la cual reportó como resultado 4.3 x 10<sup>-1</sup>, mientras que en el agar Luria Bertani igualmente aumento a comparación a la temperatura de 50, 60° C con un total de 2.2 x 10<sup>-1</sup> valores estimados.

**Gráfico 2:** Cambio de temperatura durante el proceso de compostaje.

En el gráfico N°2 con respecto al primer factor que es la temperatura en el proceso de compostaje el los tratamientos T1 y T2 la temperatura más altas (>45° C) se registraron en el día 6, 15, 24 y duro 18 días, por lo que manifiesta (Xi B et al, 2015) estos resultados sugieren que la inoculación de microbios aceleran el aumento de temperatura y extienden el tiempo del período de alta temperatura (42). En las primeras semanas el T1 inoculado con microorganismos aislados de otro compostaje obtuvo una temperatura entre (32° C a 40° C), mientras que el T2 inoculado microorganismos eficientes autóctonos (EMA's) obtuvo una temperatura entre (44,1° C a 45° C), lo que indica que estos dos tratamientos a la segunda semana ya se encontraban en la segunda fase de compostaje que es la fase termófila, esta fase se presenta cuando la temperatura del sustrato se encuentra entre los 35°-65° C, existe una alta tasa de biodegradación, máxima diversidad microbiana (López S et al, 2017) (43), (Mesías J, 2011) menciona que las bacterias, hongos y actinomicetes termófilos incrementan su población para dar inicio a la fase termófila (44), Posteriormente, en el día 12 el T1 presentó un descenso de la temperatura entre (39° C a 36.1° C) en el día 15 de fermentación y el T2 presentó un ascenso significativo de temperatura entre (45° C a 49° C). Por otro lado, en la tercera semana, en el T1 y T2 la temperatura se mantuvo entre (45 y 50° C) manteniendo la fase termófila en el día 24. Finalmente, en la semana cuatro, se evidenció el descenso de la temperatura en el T1 (48° C a

41,3° C) iniciando su fase de maduración y enfriamiento; el mayor descenso de temperatura se registró en el T2 (43° C a 38,4° C) lo que nos indica que dio inicio a su fase de maduración y enfriamiento, como lo menciona (Pilar R, Martínez M, Pantoja A, 2013) la fase de maduración y enfriamiento la temperatura baja nuevamente hasta 40-45° C debido al agotamiento de C/N (45), (Chen C et al, 2013) manifiestan que los actinomicetos especialmente del genero *Thermoactinomicetos* son uno de los géneros de la fase de enfriamiento y maduración del compostaje (46).

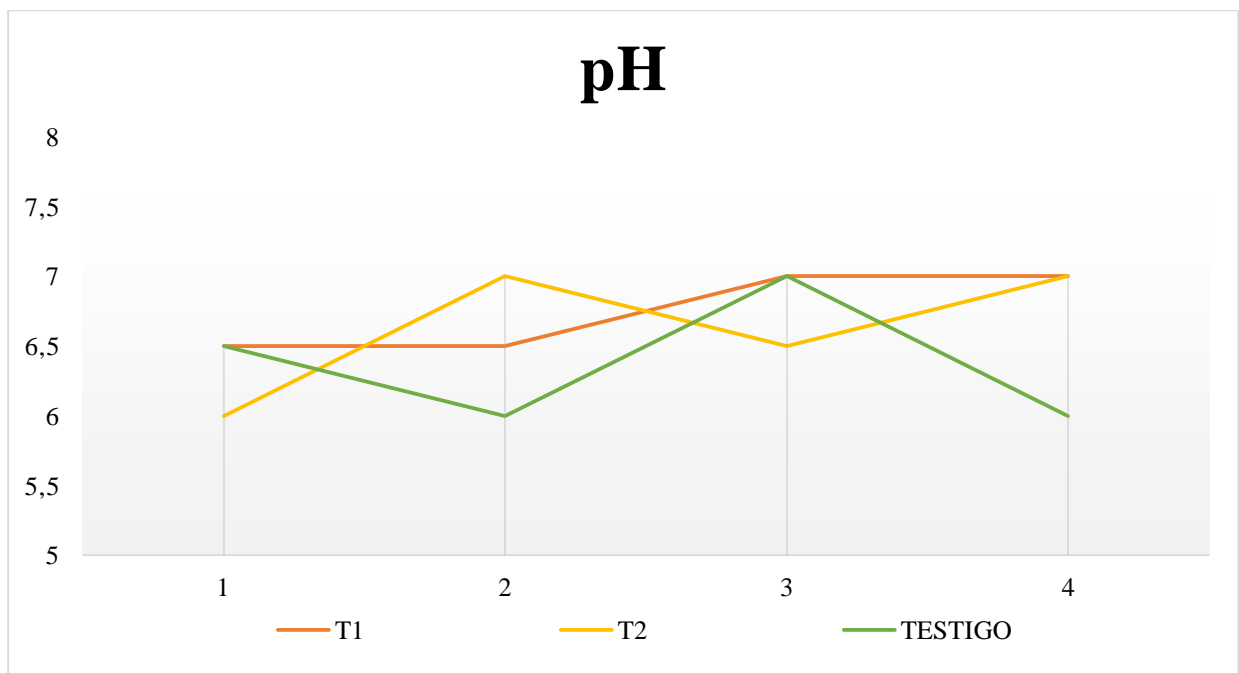
**Gráfico 3:** Fases del compostaje.



Por otro lado, el testigo presentó una temperatura más baja a comparación de los dos tratamientos experimentales (T1 y T2) durante la primera semana como se expresa en el gráfico N° 3, presentó una temperatura entre (28° C a 30° C), lo que significa que se mantuvo en la primera fase del compostaje que es la mesófila, (Innovatione Agro Food Design, 2019) menciona que en la primera fase mesófila, la temperatura está por debajo de los 45°C, la materia orgánica entra en descomposición de compuestos solubles como azúcares y disminuyen el pH (47) el género bacteriano que tiene mayor prevaencia son los *Basillus spp* de acuerdo a (De la Mora A, 2016) (48). Por lo que menciona (Ballesteros M et al, 2017) uno de los factores implicados en la baja temperatura del tratamiento testigo puede estar influenciado por la

humedad, esto debido a que la fase termófila requiere un porcentaje mayor de humedad debido a la alta actividad microbiana que necesita el compost para realizar el proceso de descomposición (49), en la segunda semana se registró un aumento de temperatura favorable para dar inicio a la fase termófila entre (35°C y 35,2°C). No obstante, la temperatura más alta se registró en la tercera semana con 51° C y se mantuvo en un rango de (49-50° C) hasta el final de los tratamientos T1 y T2, lo que nos quiere decir que al final de esta investigación el tratamiento testigo no llegó a su fase de maduración y enfriamiento.

**Gráfico 4:** Variación de pH.

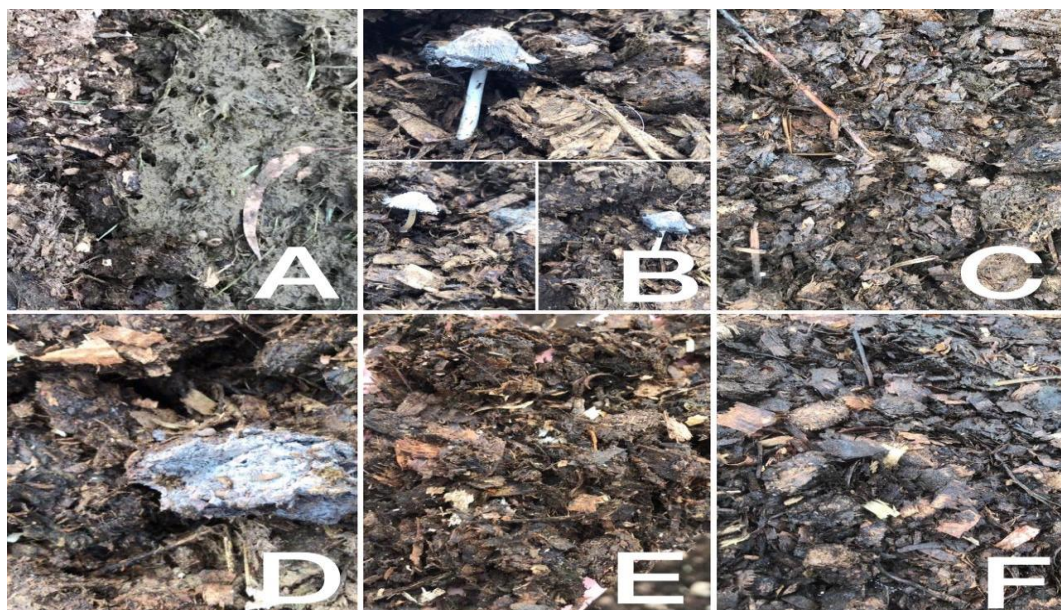


En la variación del pH de acuerdo al gráfico N°4 del compostaje en fermentación por 30 días, a la primera semana de tratamiento se obtuvo un pH promedio de 6,25 y la segunda semana con un pH promedio de 6,75 para los tratamientos T1 y T2, menores a los resultados obtenidos por (Zhou C, et al, 2015) 7,5 y 6,6 a la primera y segunda semana y con un pH de 8,3 al final del proceso. El testigo obtuvo una variación similar a los tratamientos reportando a primera semana un pH de 6,5 y a la segunda semana un pH de 6 inferiores a (Zhou C, et al, 2015) en la que el testigo reportaba un pH de 7,5 y 6,9 a la primera y segunda semana (50). Mientras que en la tercera semana se mantuvo un promedio de 6,75 en los tratamientos (T1 y T2), en el testigo se observó un aumento con un pH neutro de 7. Finalmente, para la semana cuatro el pH de los tratamientos (T1 y T2) aumentó a 7,5 y el testigo disminuyó con 6, todos los valores estuvieron cerca a la neutralidad y que tienen relación con (Peralta L, 2016) con valores cercanos a la neutralidad con un pH de 6,98 también menciona que el pH alcalino de las excretas se debe

principalmente a la acción microbiana sobre las proteínas que se encuentran en los nutrientes no asimilados por los animales, no obstante el pH igual puede variar de 6-8 debido a la alimentación y raza de los animales (51). El pH obtenido en los tratamientos (T1 y T2) y testigos van de acuerdo al estudio de (Carranza C, 2006) que un pH óptimo para los compostajes orgánicos debe ser mínimo 6 y máximo 9 al final del proceso de compostaje (52).



**Figura 17:** Cambios post-inoculación de microorganismos en la pila de compostaje T1: **A)** pila de compost en el día cero; **B)** NO presento cuerpos fructíferos de *C. comatus*; **C)** modificaciones morfológicas en el día 8; **D)** modificaciones morfológicas en el día 15; **E)** modificaciones morfológicas en el día 21; **F)** modificaciones morfológicas en el día 30.



**Figura 18:** Cambios post-inoculación de microorganismos en la pila de compostaje T2: **A)** pila de compost en el día cero; **B)** cuerpos fructíferos de *C. comatus*; **C)** modificaciones

morfológicas en el día 8; **D)** modificaciones morfológicas en el día 15; **E)** modificaciones morfológicas en el día 21; **F)** modificaciones morfológicas en el día 30.



**Figura 19:** Cambios en la pila de compostaje TESTIGO: **A)** pila de compost en el día cero; **B)** modificaciones morfológicas en el día 8; **C)** modificaciones morfológicas en el día 15; **D)** modificaciones morfológicas en el día 21; **E)** cuerpos fructíferos de *C. comatus*; **F)** modificaciones morfológicas en el día 30.

Con lo que respecta a los análisis sensoriales los dos tratamientos (T1 y T2) y el testigo factores como se observan en las figuras 16, 17, 18. El olor que al principio fueron intensos con olores amoniacales debido a las heces frescas de los tratamientos, el olor fue disminuyendo en el transcurso de la descomposición presentando olores no tan fuertes y al final del proceso de T1 y T2 se presentó un olor tipo petricor (tierra mojada); según lo reportado por (Rodríguez R, 2016) son condiciones idóneas para el desarrollo del compost (53), por otro lado se evidenció un color verde claro al inicio del proceso de los tratamientos y testigo y a medida que se realizó el proceso de compostaje el color se fue tornando marrón en ambos tratamientos T1 y T2, al final del proceso el tratamiento uno (T1) mostro cambios de tonalidad finalizando con un color marrón-oscuro, por otro lado el tratamiento dos (T2) obtuvo una tonalidad más oscura o negro a comparación del T1 al final del proceso, esto gracias a la descomposición y la actividad microbiana de los residuos del ganado y materia orgánica como detalla en su estudio (Escobar F et al, 2011) y (Brito L, Castro C, 2013) donde los parámetros de control de estabilidad de la composta debe tener un color marrón oscuro-negro ceniza (54-55), cambios que no se observaron en el testigo ya que al tener un color marrón aún se podían evidenciar materia fecal de color verde al final del proceso. La presencia de *C. comatus* se presencié en el T2 al día 11

y en el testigo al día 28 como un indicador de la fase termófila, también existió la presencia de insectos en los tratamientos y testigo que se mantuvieron hasta el final del proceso.

**Tabla N°6:** Análisis de laboratorio propiedades físico-químicas de tratamientos y testigos.

<b>Análisis</b>	<b>Unidades</b>	<b>Niveles Adecuadas para un Compost de Buena Calidad</b>	<b>Testigo</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Tratamiento</b>
				<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Materia Seca</b>	%	50 - 70	33,0	43,5	46,3
<b>Humedad</b>	%	30 - 50	67,0	56,5	53,7
<b>Densidad Aparente</b>	g/litro	> 200	175	185	190
<b>pH</b>	g/litro	7,0 - 8,5	8,6	8,8	8,7
<b>Conductividad - CE</b>	---	> 4	5,8	5,6	5,8
<b>Materia Orgánica</b>	mS/cm	> 65	66,0	62,5	58,9
<b>Carbono C</b>	%	> 38	38,4	36,3	34,2
<b>Relación (C:N)</b>	%	10:1 hasta 20:1	24 : 1	21 : 1	25 : 1
<b>Nitrógeno Total</b>	%	> 2,0	1,59	1,76	1,39
<b>Fósforo (P)</b>	%	> 0,2	0,47	0,63	0,41
<b>Potasio (K)</b>	%	> 1,5	1,40	1,81	1,52
<b>Magnesio (Mg)</b>	%	> 0,2	0,27	0,28	0,26
<b>Calcio (Ca)</b>	%	> 1,5	1,80	1,73	1,31
<b>Sodio (Na)</b>	%	< 0,2	0,10	0,13	0,13

**Fuente:** (56)

En los análisis enviados del laboratorio como se expresa en la Tabla N° 6 en lo que respecta a la materia seca al igual que la humedad, densidad aparente y pH el T2 se encuentra cercano a los valores óptimos emitidos por el laboratorio, por otro lado, la conductividad eléctrica (CE) fueron superiores a >4 concordando con (Delgado M, 2019) donde reporto una CE de 5.23 al final del compostaje y que estos valores se encuentran dentro de los parámetros que deben cumplir los compuestos orgánicos usados como abonos o fertilizantes (57). La materia orgánica en el T1 y T2 no obtuvieron valores óptimos, pero si cercanos a los referidos por parte del laboratorio, lo que los hace valores aceptables (Barreros E, 2017) (58), el testigo cumplió con este apartado, pero cabe recordar que el testigo al día 30 aún estaba en fase termófila y por ende no puede ser aplicado en suelos. La relación C/N más allá de los valores detallados por parte del laboratorio, (Guerrero J, 2006) señalan que la relación C/N óptima para el compostaje es de

25:1 y que representa al T2 y que valores de 20:1 son valores aceptables para el T1 y testigo (59). El Nitrógeno Total fue inferiores en las tres pilas experimentales no obstante se podría considerar como aceptables a los valores del T1. Con lo que respecta al Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg), Calcio (Ca) y Sodio (Na) las tres pilas de compostaje contienen porcentajes apropiados para su reutilizado en diferentes usos que se le dé y que está en relación con (Acosta M et al, 2012) indicando que este material orgánico (compost) es rico en estos macronutrientes (60).

## **12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).**

### **12.1. IMPACTOS TÉCNICOS.**

- ❖ Facilita el manejo de los residuos del ganado, no se necesita de gran experiencia para capturar los microorganismos eficientes autóctonos.
- ❖ El abono obtenido es de fácil almacenamiento para ser reincorporado a futuro a los diferentes usos que a este se le den.

### **12.2. IMPACTOS SOCIALES.**

- ❖ La aplicación de microorganismos eficientes favorece a la reducción de contaminación y así la reducción de enfermedades enfocados en salvaguardar la salud pública.

### **12.3. IMPACTOS ECONÓMICOS.**

- ❖ Al dar uso a estos microorganismos evitamos las construcciones de diferentes alternativas para tratar los purines o deyecciones del ganado y así evitar la compra de equipos con valores económicos muy elevados.
- ❖ Al reutilizar el abono del ganado utilizando estos tipos de microorganismos evitamos otros costos para tratar los purines.

### **12.4. IMPACTOS AMBIENTALES.**

- ❖ Es una de las maneras para manejar el estiércol del ganado con la finalidad de reducir parte de la contaminación evitando las emisiones de los gases de efecto invernadero que genera un gran porcentaje la producción ganadera del país.
- ❖ La reintroducción de este tipo de abono mejora las condiciones del suelo en los potreros para mantener la alimentación de los animales.
- ❖ Reduce el uso de fertilizantes químicos lo que disminuye los problemas de infertilidad del suelo, la contaminación de aguas subterráneas, etc.

**13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.**

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO (USD)</b>	<b>VALOR TOTAL (USD)</b>
<b>MATERIALES DE CAMPO Y LABORATORIO</b>				
Cuaderno	1	Un	\$2,00	\$2,00
Lápiz	2	Un	\$0,50	\$1,00
Bolígrafos	3	Un	\$0,50	\$1,50
Tarrinas plásticas	50	Un	\$3,00	\$3,00
Baldes	5	20 L	\$3,00	\$15,00
Arroz	5	Lb	\$0,50	\$2,50
Melaza	20	L	\$11,00	\$11,00
Tela nylon	3	Un	\$1,10	\$3,30
Viruta de madera	3	Un	\$3,00	\$9,00
Fundas herméticas	15	Un	\$0,30	\$4,50
Termómetro digital	1	Un	\$20,00	\$20,00
Placas Petri	20	Un	\$2,50	\$50,00
Portaobjetos	50	Un	\$4,00	\$4,00
Cubreobjetos	50	Un	\$4,00	\$4,00
Agares	3	500 Gr	\$50,00	\$150,00
Análisis de laboratorio	3	Un	\$84,00	\$ 252,00
Envío de muestras	1	Un	\$6,00	\$6,00/538,8
Mano de obra	1	Un	\$200	\$200,00
<b>MOVILIZACIÓN</b>				
Transporte a la hacienda	10	Días	\$14,00	\$140,00
Alimentación	1	Meses	\$3,00	\$90,00
<b>MATERIALES DE OFICINA</b>				
Resma de papel	1	Un	\$5,00	\$5,00
Tabla de campo	1	Un	\$3,00	\$3,00
Marcador permanente	3	Un	\$2,00	\$6,00
Impresiones	240	Un	0,20	\$48,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$1.022,8</b>
<b>IMPREVISTOS 10 %</b>				<b>\$102,28</b>
<b>TOTAL</b>				<b>\$1.125,08</b>

#### 14. CONCLUSION.

- ✓ En el aislamiento, cultivo y conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de las muestras de otro compostaje, se pudo evidenciar la presencia de microorganismos del genero *Streptomyces spp* y *bacillus spp* los mismos que fueron inoculados al primer tratamiento (T1), que dieron un resultado favorable para la maduración del compost llegando a su fase de maduración al día 30 pero pese a esto aún necesito más tiempo (una semana) para completar su proceso de enfriamiento.
- ✓ El periodo de tiempo de la descomposición del estiércol del ganado hasta su fase de maduración y enfriamiento fue de 27 días para el segundo tratamiento (T2) inoculado con microorganismos eficientes autóctonos (EMA's) y demostrando las propiedades y capacidad para descomponer de manera más eficiente y rápida el excremento generado en la ganadería.
- ✓ No obstante, el testigo al día 30 se mantuvo en fase termófila indicando que aún faltaban entre 2-3 semanas más para llegar a descomponerse por completo y que los análisis de laboratorio indican que no lo hacen apropiado para ser empleado en los potreros o a cualquier otro uso que se le pueda dar al compost.
- ✓ Los análisis del compost hacen referencia a que T2 pueden ser considerado apropiado considerando que algunos factores no cumplen con niveles apropiados en base al laboratorio para un abono de buena calidad, este tratamiento está dentro de parámetros aceptables para su reintroducción en los potreros o a fin.

## 15. RECOMENDACIONES.

- ✓ Los microorganismos eficientes autóctonos (EMA's) se deberían manejar con más frecuencia para la obtención de abonos orgánicos provenientes de las explotaciones ganaderas, debido a los excelentes resultados que estos producen.
- ✓ Para la obtención de microorganismos eficientes autóctonos (EMA's) es necesario realizarlo en temporada de calor para así evitar la temporada invernal que pueden afectar a la captura, debido al almacenamiento de agua provenientes de la lluvia en las tarrinas, así mismo reconocer el terreno en las que se van a implantar las trampas esto con la finalidad de que no existan animales que puedan estropear las mismas.
- ✓ Estos tipos de microorganismos es importante aplicarlos en el momento que la pila de compost es volteada para que puedan ser impregnados en todo el sustrato, adicional a esto, al momento de evaluar el resultado económico debemos tener en cuenta no solo el costo sino la facilidad de uso y obtención de estos microorganismos.

## 16. BIBLIOGRAFIA.

1. Gil S. Engorde intensivo (Feedlot), Elementos que Intervienen y Posibles Impactos en el Medio Ambiente. Www Prod [Internet]. 2006;1–10. Available from: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_a\\_corral\\_o\\_feedlot/7-6-fedlot\\_impactos\\_medio\\_ambiente.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/7-6-fedlot_impactos_medio_ambiente.pdf)
2. Juan P. Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América [Internet] 2012 (citado el 27 de agosto del 2020). Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952012000400004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000400004)
3. Andrea P. Manejo de Efluentes y estiércol en el engorde a Corral [Internet] 2014 (citado el 27 de agosto del 2020). Available from: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_-\\_manejo\\_de\\_efluentes\\_en\\_feed\\_lot\\_resumen\\_0.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_manejo_de_efluentes_en_feed_lot_resumen_0.pdf)
4. FAO. La fertilización con compost: beneficios y precauciones Corral [Internet] 2013 (citado el 01 de septiembre del 2020). Available from: <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/281085/>
5. Tanya Morocho M, Leiva-Mora M. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Cent Agrícola [Internet]. 2019;46(2):93–103. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>
6. Juan P. Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América [Internet] 2012 (citado el 27 de agosto del 2020). Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952012000400004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000400004)
7. Moreno R, Javier R. Universidad técnica de cotopaxi [Internet]. Estudio de la optimización de la calidad del abono Bocashi mediante la adición de potenciales microorganismos eficaces. 2017. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4212/1/UTC-PC-000162.pdf>
8. Gil S. Engorde intensivo (Feedlot), Elementos que Intervienen y Posibles Impactos en el Medio Ambiente. Www Prod [Internet]. 2006;1–10. Available

- from: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_a\\_corral\\_o\\_feedlot/76-fedlot\\_impactos\\_medio\\_ambiente.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/76-fedlot_impactos_medio_ambiente.pdf)
9. Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, de Haan C. La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones [Internet]. Fao. 2009. Available from: <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>
  10. Organización de las Naciones Unidas. Las repercusiones del ganado en el medio ambiente [Internet]. Vol. 2006, Onu. 2020. Available from: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm>
  11. Pinos-Rodríguez JM, García-López JC, Peña-Avelino LY, Rendón-Huerta JA, González-González C, Tristán-Patiño F. Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. Agrocienca [Internet]. 2012;46(4):359–70. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n4/v46n4a4.pdf>
  12. Berra, G; Finster, L.; Castuma, E. y col. Reducción de emisiones de metano provenientes del ganado bovino. Ministerio de Desarrollo social y Medio Ambiente. Sec. de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, 1994.
  13. Ministerio del Ambiente Ecuador. Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 2017;630. Available from: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/TERCERA-COMUNICACION-BAJA-septiembre-20171-ilovepdf-compressed1.pdf>
  14. Yaw DP. Manejo productivo de un sistema intensivo de engorde bovino “feedlot” en la hacienda Meyer Ranch (Dakota del Norte, Estados Unidos). 2010;9(1):76–99. Available from: [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/364/1/Manejo\\_productivo\\_feedlot\\_Estados\\_Unidos.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/364/1/Manejo_productivo_feedlot_Estados_Unidos.pdf)
  15. Flotats X. DEYECCIONES GANADERAS ( I ). 2009;(I):32–6. Available from: [http://axonveterinaria.net/web\\_axoncomunicacion/criaysalud/36/cys\\_36\\_32-36\\_Gestion\\_y\\_tratamiento\\_de\\_deyecciones\\_ganaderas\\_\(I\).pdf](http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/36/cys_36_32-36_Gestion_y_tratamiento_de_deyecciones_ganaderas_(I).pdf)
  16. Gil S. Engorde intensivo (Feedlot), Elementos que Intervienen y Posibles Impactos en el Medio Ambiente. Www Prod [Internet]. 2006;1–10. Available from: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_a\\_corral\\_o\\_feedlot/76-fedlot\\_impactos\\_medio\\_ambiente.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/76-fedlot_impactos_medio_ambiente.pdf)

- [animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_a\\_corral\\_o\\_feedlot/7-6-fedlot\\_impactos\\_medio\\_ambiente.pdf](http://animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/7-6-fedlot_impactos_medio_ambiente.pdf)
17. Bevara G, Peñafort C. Lectura de la Bosta del Bovino y su Relación con la Alimentación. Produccion-AnimalComAr [Internet]. 2006;1–9. Available from: [http://produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/61-heces\\_del\\_bovino\\_y\\_relacion\\_con\\_la\\_alimentacion.pdf](http://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/61-heces_del_bovino_y_relacion_con_la_alimentacion.pdf)
  18. Pilar Sancho. Tema 17°. 2016;(I):1–6. Available from: [http://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/aula/img/pictorex/06\\_07\\_05\\_Tema\\_17.pdf](http://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/aula/img/pictorex/06_07_05_Tema_17.pdf)
  19. Servicio Nacional de Salud Animal. Lineamientos para la aplicación de Purines (SENASA-DG-D-003-2010). 2010; Available from: <http://www.mag.go.cr/legislacion/2010/reglamento-003.pdf>
  20. Mariano CLAMM. Ciencia y tecnología del medio ambiente. Univ Nac Educ a Distancia [Internet]. 2009;206–10. Available from: <https://georgiusm.files.wordpress.com/2017/12/trabajo-purines.pdf>
  21. Catalunya A de R de. Guia de los tratamientos de los deyecciones ganaderas. 2004;1–4. Available from: <http://www.arc.cat/es/altres/purins/guia/pdf/ficha4.pdf>
  22. Catalunya A de R de. Guia de los tratamientos de los deyecciones ganaderas. 2004;1–4. Available from: <http://www.arc.cat/es/altres/purins/guia/pdf/ficha4.pdf>
  23. Bovino SDE, Puesta ADECY. Evaluación de Purines. Available from: [https://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/9960\\_g109485.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/9960_g109485.pdf)
  24. Guerrero J, Monsalve J. El compostaje como una estrategia de producción más limpia en los centros de beneficio animal del departamento de Risaralda. Sci Tech [Internet]. 2006;32(32):469–74. Available from: <file:///C:/Users/GABRIEL/Downloads/Dialnet-ElCompostajeComoUnaEstrategiaDeProduccionMasLimpia-4824728.pdf>
  25. Arc.cat. 4.4 Compostaje. Guía de los tratamientos de las Deyecciones Ganaderas [Internet]. 2004;1–4. Available from: <http://www.arc.cat/es/altres/purins/guia/pdf/ficha4.pdf>
  26. Josep S, Montserrat S. Condiciones para el compostaje in situ de deyecciones ganaderas sólidas. Conv ARC-ESAB/UPC [Internet]. 2016;63 p. Available from:

- [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/9747/Soliva\\_compost\\_fems\\_es.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/9747/Soliva_compost_fems_es.pdf)
27. Campos E, Palatsi J, Solé F, Magrí A. Digestor anaeróbico Biogás. Guia los Trat las deyecciones Ganad [Internet]. 2004;1–5. Available from: <http://www.arc.cat/es/altres/purins/guia/pdf/ficha6.pdf>
  28. Palatsi J, Bonmatí A, Magrí A, Foged HL, Schelde KM, Flotats X. Procesado de deyecciones ganaderas. Ganadería [Internet]. 2013;85(May):40–4. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/299436951\\_Procesado\\_de\\_deyecciones\\_ganaderas](https://www.researchgate.net/publication/299436951_Procesado_de_deyecciones_ganaderas)
  29. Andrea F. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. [Internet]. 2012;66:37–9. Available from: [file:///C:/Users/Downloads/84-Texto del artículo-181-1-10-20170222.pdf](file:///C:/Users/Downloads/84-Texto_del_articulo-181-1-10-20170222.pdf)
  30. Ramirez J, Rosas Ulloa P, Velazquez Gonzalez MY, Ulloa jose armando, Arce Romero F. Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Repos intitucional Aram [Internet]. 2011;(9):44–51. Available from: <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/436>
  31. Su P, Tan X, Li C, Zhang D, Cheng J, Zhang S, et al. Photosynthetic bacterium Rhodopseudomonas palustris GJ-22 induces systemic resistance against viruses. Microb Biotechnol [Internet]. 2017;10(3):612–24. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/315058999\\_Photosynthetic\\_bacterium\\_Rhodopseudomonas\\_palustris\\_GJ-22\\_induces\\_systemic\\_resistance\\_against\\_viruses](https://www.researchgate.net/publication/315058999_Photosynthetic_bacterium_Rhodopseudomonas_palustris_GJ-22_induces_systemic_resistance_against_viruses)
  32. Tanya Morocho M, Leiva-Mora M. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Cent Agrícola [Internet]. 2019;46(2):93–103. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>
  33. Dávila Medina MD, Gallegos Morales G, Hernández Castillo FD, Ochoa Fuente YM, Flores Olivas A. Actinomicetos antagónicos contra hongos fitopatógenos de importancia agrícola. Rev Mex Ciencias Agrícolas. 2018;4(8):1187–96.
  34. Tanya Morocho M, Leiva-Mora M. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Cent Agrícola [Internet]. 2019;46(2):93–103. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>

35. Gómez C, de León E. Método comparativo. Métodos y técnicas Cual y cuantitativas Apl a la Investig en ciencias Soc [Internet]. 2014;223–51. Available from: <http://eprints.uanl.mx/9943/>
36. Judith Q, Angel, Ceron A. Captura, Identificación, Multiplicación, y Aplicación de Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMAs ), para su aprovechamiento en la Producción Integral Agropecuaria Resumen. 2012; Available from: <http://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/214/264>
37. Luis R. Investigación experimental. :1–14. Available from: <https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wp-content/uploads/2019/01/Investigación-experimental.pdf>
38. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 35 GuiaMicroorganismosEficientesLowRes.pdf [Internet]. 2013. Available from: <http://urban.agroeco.org/wp-content/uploads/2016/02/guiaMicroorganismosEficientesLowRes.pdf>
39. Judith Q, Angel, Ceron A. Captura , Identificación , Multiplicación , y Aplicación de Microorganismos Eficientes Autóctonos ( EMAs ), para su aprovechamiento en la Producción Integral Agropecuaria Resumen. 2012; Available from: <http://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/214/264>
40. Muños-Rojas J, Morales-García Y, Baez-Rogelio A, Quintero-Hernández V, Rivera-Urbalejo A, Pérez-y- Terrón R. Instituciones de Educación Superior La labor investigadora e innovadora en México. Inst Educ Super La labor Investig e innovadora en México [Internet]. 2016;(5). Available from: [https://www.researchgate.net/publication/312067522\\_Metodos\\_economicos\\_para\\_la\\_cuantificacion\\_de\\_microorganismos/link/586dce3a08ae8fce491b6083/download](https://www.researchgate.net/publication/312067522_Metodos_economicos_para_la_cuantificacion_de_microorganismos/link/586dce3a08ae8fce491b6083/download)
41. Parada RB, Marguet ER, Vallejo M. Aislamiento y caracterización parcial de actinomicetos de suelos con actividad antimicrobiana contra bacterias multidrogo-resistentes Isolation and partial characterization of soils actinomycetes with antimicrobial activity against multidrug-resistant bac. Rev Colomb Biotecnol [Internet]. 2017;XIX(2):15–23. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v19n2/0123-3475-biote-19-02-00015.pdf>
42. Xi B, He X, Dang Q, Yang T, Li M, Wang X, et al. Effect of multi-stage inoculation on the bacterial and fungal community structure during organic municipal solid wastes composting. Bioresour Technol [Internet]. 2015;196:399–

405. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/280909108\\_Effect\\_of\\_multi-stage\\_inoculation\\_on\\_the\\_bacterial\\_and\\_fungal\\_community\\_structure\\_during\\_organic\\_municipal\\_solid\\_wastes\\_composting](https://www.researchgate.net/publication/280909108_Effect_of_multi-stage_inoculation_on_the_bacterial_and_fungal_community_structure_during_organic_municipal_solid_wastes_composting)
43. López Fernández S, Serrato Cuevas R, Castelán Ortega OA, Avilés Nova F. Comparación entre dos métodos de ventilación en la composición química de compost de estiércoles pecuarios. Rev Int Contam Ambient [Internet]. 2018;34(2):263–71. Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992018000200263](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992018000200263)
44. Mesas JM, Alegre MT. El papel de los microorganismos en la elaboración del vino. Jorn Técnica Fertil y Calid del Suelo [Internet]. 2011;2(38270):174–83. Available from: <https://www.icia.es/biomusa/pt/jornadas-y-actividades-pt/jornada-tecnica-sobre-calidad-y-fertilidad-del-suelo-pt/65-el-papel-de-los-microorganismos-en-el-proceso-de-compostaje/file#:~:text=Las más importantes son bacterias,microorganismos existente en el compost>
45. Pilar Raman , Marua M. Martinez AP. Manual de compostaje del agricultor [Internet]. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 2013. 112 p. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
46. Chen-Chin Chang; Chang-Chai Ng; Chung-Yi Wang; Yuan-Tay Shyu. ACTIVIDAD OF CELULASE FROM. 2009;304–8.
47. Innovatione Design Introducci. Innovatione AgroFood Design Posted junio 3, 2019 In agricultura, agronomía, Articles Introducción. 2021;1–7. Available from: <https://innovatione.eu/2019/06/03/compostaje/>
48. Antonio De La Mora-Covarrubias, Francisco J. Vázquez-González JV-G. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable Sucesión bacteriana del género Bacillus en el proceso de compostaje y lombricompostaje con diferentes fuentes de estiércol. 2016;(October). Available from: [https://www.researchgate.net/publication/309479823\\_Sucesion\\_bacteriana\\_del\\_genero\\_Bacillus\\_en\\_el\\_proceso\\_de\\_compostaje\\_y\\_lombricompostaje\\_con\\_diferentes\\_fuentes\\_de\\_estiercol](https://www.researchgate.net/publication/309479823_Sucesion_bacteriana_del_genero_Bacillus_en_el_proceso_de_compostaje_y_lombricompostaje_con_diferentes_fuentes_de_estiercol)
49. Ballesteros M, Hernández M, de la Rosa I, Mañón M, Carreño M. Crecimiento Microbiano En Pilas De Compostaje De Residuos Orgánicos Y biosólidos Después De La Aireación. Rev Cent Azúcar [Internet]. 2018;45(1):1–10.

- Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2223-48612018000100001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2223-48612018000100001)
50. Zhou C, Liu Z, Huang ZL, Dong M, Yu XL, Ning P. A new strategy for co-composting dairy manure with rice straw: Addition of different inocula at three stages of composting. *Waste Manag* [Internet]. 2015;40:38–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.03.016>
51. Peralta-Veran L, Juscamaita-Morales J, Meza-Contreras V. Obtención Y Caracterización De Abono Orgánico Líquido a Través Del Tratamiento De Excretas Del Ganado Vacuno De Un Establo Lechero Usando Un Consorcio Microbiano Ácido Láctico. *Ecol Apl* [Internet]. 2016;15(1):1. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162016000100001](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162016000100001)
52. Carranza CC. Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual. *Rev del Inst Investig la Fac Ing Geológica, Minera, Metal y Geográfica* [Internet]. 2006;9(17):75–84. Available from: [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologiavol9\\_n17a10.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologiavol9_n17a10.pdf)
53. Campos-Rodríguez R, Brenes-Peralta L, Jiménez-Morales MF. Evaluación técnica de dos métodos de compostaje para el tratamiento de residuos sólidos biodegradables y su uso en huertas caseras. *Rev Tecnol en Marcha* [Internet]. 2016;29(8):25. Available from: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0379-39822016000900025](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822016000900025)
54. Brito LA, Castro C. Uso Del Contenido Ruminal Y Algunos Residuos De La Industria Cárnica En La Elaboración De Composta [Use of Rumen Content and Residues From the Meat Industry for Compost Making]. *Trop Subtrop Agroecosystems* [Internet]. 2013;2:45–63. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/939/938972118001.pdf>
55. Escobar F, Ponce JS, Azero M. Evaluación del proceso de compostaje con diferentes tipos de mezclas basadas en la relación C/N y la adición de preparados biodinámicos en la Granja Modelo Pairumani. *Acta Nov* [Internet]. 2011;5:1683–0768. Available from: <http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v5n3/v5n3a04.pdf>
56. AGRARPROJEKT S.A. Análisis de abono orgánico sólido. [Internet]. 2021. Available from: <https://www.agrarprojekt.com/>

57. Delgado Arroyo MDM, Mendoza López KL, González MI, Tadeo Lluch JL, Martín Sánchez JV. Assessment of the composting process of poultry manure using different mixtures of substrates. Rev Int Contam Ambient [Internet]. 2019;35(4):965–77. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/336966723\\_EVALUACION\\_DEL\\_PROCESO\\_DE\\_COMPOSTAJE\\_DE\\_RESIDUOS\\_EMPLEANDO\\_DIFERENTES\\_MEZCLAS\\_DE\\_SUSTRATOS](https://www.researchgate.net/publication/336966723_EVALUACION_DEL_PROCESO_DE_COMPOSTAJE_DE_RESIDUOS_EMPLEANDO_DIFERENTES_MEZCLAS_DE_SUSTRATOS)
58. Barreros E. Preparación de Abonos Orgánicos. Available from: <http://abonosorganicosyuli.blogspot.com/02/abonos-organicos-son-sustanciasque.html>
59. Guerrero J, Monsalve J. El compostaje como una estrategia de producción más limpia en los centros de beneficio animal del departamento de Risaralda. Sci Tech. 2006;32(32):469–74.
60. Acosta, Yudith; Zárraga, Anghie; Rodríguez, Lesdybeth; El Zauahre M. Cambios en las propiedades fisicoquímicas en el proceso de compostaje residuales. Multiciencias. 2012;12:18–24. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/904/90431109003.pdf>



**ANEXO 2****Hoja De Vida****1.- DATOS PERSONALES:**

**Nombre:** Molina Cuasapaz Edie Gabriel  
Apellido primero Apellido segundo Nombres

**Lugar y fecha de Nacimiento:** Quito, 12 de julio 1990

**Edad:** 30 años **Género:** masculino

**Nacionalidad:** ecuatoriana **Tiempo de Residencia en el Ecuador (Extranjeros):**

**Dirección Domiciliaria:** Pichincha Quito Solanda  
Provincia Cantón Parroquia

Av. Mariscal Sucre S25-225 y Alfredo Escudero

Dirección

**Teléfono(s):** 022964757 0985728986  
Convencional Celular

**Correo electrónico:** edie.molina7278@utc.edu.ec **Cedula:** 1722547278

**Tipo de sangre:** O positivo **Estado Civil:** soltero

**Personas con discapacidad:** N° de carné del CONADIS: NO POSEE

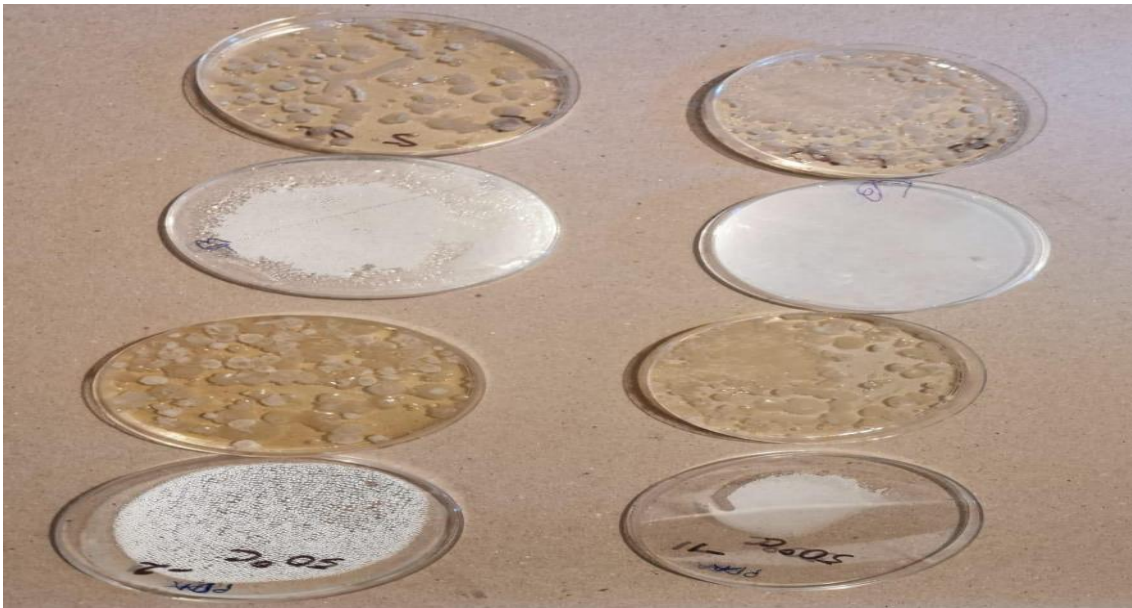
**2.- INSTRUCCIÓN FORMAL:**

<b>Nivel de Instrucción</b>	<b>Nombre de la institución educativa</b>	<b>Título obtenido</b>	<b>Número de registro Senescyt</b>	<b>Lugar (país y ciudad)</b>
Tercer nivel	Universidad Central del Ecuador	Médico Veterinario Zootecnista	1005-2016- 1684132	Ecuador
Cuarto nivel	Universidad politécnica de Valencia Universidad Autónoma de Barcelona	Máster en Mejora Genética Animal y Biotecnología de la Reproducción	7241137679	España

**DECLARACIÓN:** DECLARO QUE, todos los datos que incluyo en este formulario son verdaderos y no he ocultado ningún acto o hecho, por lo que asumo cualquier responsabilidad.

Edie Gabriel Molina Cuasapaz

**ANEXO 3: Toma de muestras de compost para aislamiento microbiano.**

**ANEXO 4: Cultivo de microorganismos en placa petri.****ANEXO 5: Trampas para captura de EMA's.**

**ANEXO 6:** Aplicación de trampas para captura de EMA's.**ANEXO 7:** Microorganismos eficientes autóctonos.

**ANEXO 8:** Solucion madre para la aplicación a tratamiento T2.



**ANEXO 9:** Aplicación de microorganismos a tratamientor T1 y T2



**ANEXO 10: Tratamientos y testigo****ANEXO 11: Monitoreo de temperatura en tratamientos y testigo.**

**ANEXO 12: Aval de traducción.**

CENTRO DE IDIOMAS

**AVAL DE TRADUCCIÓN**

En calidad de Docente del Idioma Inglés de la Facultad de Ciencias Humanas y Educación de la Carrera de Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros Inglés de la Universidad Técnica de Cotopaxi ; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el Señor Egresado de la Carrera de **MEDICINA VETERINARIA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: GONZÁLEZ RAMÍREZ ERICK GABRIEL**, cuyo título “CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST, DE RESIDUOS DEL GANADO: CASO DE ESTUDIO LYG FARM, QUITO, ECUADOR.” lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, Agosto del 2021

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Ignacio Andrade Morán'.

Mg. José Ignacio Andrade Morán  
**DOCENTE UTC**  
 C.C. 0503101040

