



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS DE DOCTOR EN CIENCIAS**  
**CON MENCIÓN EN: CIENCIAS AMBIENTALES**

**EFFECTO DEL INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE  
MICROORGANISMOS EFICACES, EN LA CALIDAD DEL  
COMPOST OBTENIDO A PARTIR DE ESTIERCOL DE BOVINOS,  
EN EL CANTÓN YAGUACHI, GUAYAS – ECUADOR-2013**

**AUTOR**

**KLEVER FERNANDO CEVALLOS CEVALLOS**

**TUMBES- PERÙ**

**2016**





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS DE DOCTOR EN CIENCIAS**

**CON MENCIÓN EN: CIENCIAS AMBIENTALES**

**EFFECTO DEL INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE  
MICROORGANISMOS EFICACES, EN LA CALIDAD DEL  
COMPOST OBTENIDO A PARTIR DE ESTIERCOL DE BOVINOS,  
EN EL CANTÓN YAGUACHI, GUAYAS – ECUADOR-2013**

**AUTOR**

**KLEVER FERNANDO CEVALLOS CEVALLOS**

**TUMBES- PERÙ**

**2016**

## DECLARACION DE ORIGINALIDAD

Yo Klever Fernando Cevallos Cevallos manifiesto que los las conclusiones presentadas la presente tesis, es la consecuencia de la investigación que realice con la ayuda proporcionada accediendo de terceros en cuanto a su análisis y concepción. De esta manera declaro que hasta donde tengo conocimiento no posee material previamente escrito o publicado por otros individuos excepto donde se registra como tal por medio de citas y con intenciones exclusivas de comparación e ilustración. En esta perspectiva, manifiesto que la información encontradas sin citar a un tercero es de autoría propia. Por ultimo declaro que la redacción de la tesis es de de mi propia investigación con apoyo y dirección de mis asesores de tesis y mi jurado calificador, además la expresión escrita, la concepción y al estilo de presentación.

---

Klever Fernando Cevallos Cevallos

## **ACTA DE REVISION Y DEFENSA DE TESIS**

## RESPONSABLES

Klever Fernando Cevallos Cevallos

---

EJECUTOR

Dr. Leocadio Malca Acuña

---

ASESOR

## JURADO DICTAMINADOR

Dr. José de la Rosa Cruz Martínez

---

PRESIDENTE

Dr. Adán Alvarado Bernuy

---

SECRETARIO

Dr. Francisco Alburquerque Viera

---

MIEMBRO

Dr. Fernando Fernández Neira

---

MIEMBRO

Dr. Dr. Javier López Céspedes

---

MIEMBRO

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	10
1.1. Situación Problemática .....	10
1.2. Formulación del Problema. ....	12
1.3. Justificación e Importancia.....	12
1.4. Hipótesis.....	14
1.5. Objetivos de la Investigación .....	14
<b>2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA</b> .....	16
2.1. Antecedentes.....	16
2.2. Bases Teórico – Científicas .....	20
2.3. Definición de Términos Básicos.....	29
<b>3. Material y Métodos</b> .....	40
3.1. Tipo de Estudio y Diseño de Contrastación de Hipótesis.....	40
3.1.1. Tipo de Estudio .....	40
3.1.2. Tipo de Diseño .....	40
3.2. Ubicación Geográfica .....	41
3.3. Tratamientos en estudio .....	42
3.4. Población, Muestra y Muestreo.....	42
3.5. Métodos, técnicas e Instrumentos de recolección de Datos.....	43
3.5.1. Métodos .....	43
3.5.2. Técnicas.....	43
3.5.3. Instrumentos.....	44
3.6. Procesamiento y Análisis de Datos .....	45
3.6.1. Procesamiento de Datos.....	45
3.6.2. Análisis de datos .....	45
<b>4. RESULTADOS</b> .....	46
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	10
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	10
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	10
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	68
<b>9. ANEXOS</b> .....	74

## RESUMEN

La presente investigación permite dar a conocer el proceso que se utilizó para la preparación de compost a base de estiércol de ganado bovino, panca y tamo de arroz usando microorganismos eficaces a fin de mejorar su calidad, utilizando 4 concentraciones diferentes más un testigo; por lo tanto se responderá a la pregunta ¿El incremento de la concentración de microorganismos eficaces afecta la calidad del compost obtenido a partir del estiércol de bovinos?; justificándose en la medida que los productores de bovinos y agricultores tengan otra posibilidad de incrementar sus ingresos en la producción de compost , especialmente orgánicos y cuenten con un insumo de fertilización de mejor calidad; para ello se respondió a la hipótesis sobre el incremento de la concentración de microorganismos eficaces influyó significativamente en la calidad del compost en su fase final de maduración.

Fue un tipo de estudio aplicado y un Diseño Experimental adaptado a un Diseño con pos prueba y un grupo de control, con cuatro tratamientos o cuatro concentraciones de microorganismos eficaces, usando para ello compost a base de estiércol de bovinos y como microorganismo eficaz el EM.1. El mejor tratamiento en cuanto a temperatura resultó el t<sub>4</sub> con 28.5°C, para humedad el t<sub>3</sub> con 32.50%. Para materia seca, el con 43.27% (testigo) , pH, el t<sub>1</sub>, con 7.76 (testigo), color marrón oscuro en todos los tratamientos; para conductividad eléctrica, el t<sub>4</sub>, con 20.44ppm; para el nitrógeno, el t<sub>3</sub>, con 1.53%; para el fósforo, el t<sub>2</sub> con 17013 ppm; concluyéndose que la incorporación del microorganismo eficaz M.1 afecta la calidad del compost sea directa o indirectamente.

**Palabras Claves:** estiércol, compost, microorganismos, bovinos.

## ABSTRACT

This research led to a technical management used for compost preparation made from cattle manure and rice hulls, using effective microorganisms to improve their quality by testing 4 different concentrations, besides a treatment in normal conditions ; therefore it will answer the question, Will the increase in the concentration of effective microorganisms affect the quality of compost made from manure of cattle?; justified to the extent that cattle producers have another chance to increase their incomes in the production of compost as well as organic farmers especially have an input fertilization better quality; for it was said to the hypothesis about the increasing concentration of effective microorganisms significantly influenced the quality of compost maturation in its final phase.

It was a kind of study applied and an experimental Design adapted to a design with posttest and a control group, with four treatments and four concentrations of effective microorganisms, using for it compost based cattle manure and as effective microorganism EM.1 . The best treatment for temperature turned the t43 with 28.5°C, for moisture t3, with 32.50%. For dry matter, with 43.27% (control), pH, t1, with 7.76 (control), dark brown in all treatments; for electrical conductivity, t4, with 20.44ppm; for nitrogen, t3, with 1.53%; for phosphorus, t2 with 17013 ppm; It concluded that the incorporation of effective microorganism M.1 affects the quality of compost directly or indirectly.

**Keywords:** manure, compost, microorganisms, cattle.

## RESUMO

Esta investigação levou a uma gestão técnica para ganobovino esterco, adubo e transformando a utilização de microrganismos eficazes para melhorar a sua qualidade, testando 4 concentrações diferentes; portanto, ele vai responder à pergunta

eficazes afeta a qualidade do composto feito a partir de estrume de gado?; justifica na medida em que os produtores de gado têm mais uma oportunidade de aumentar sua renda na produção de composto, bem como agricultores orgânicos, especialmente, têm uma fertilização entrada de melhor qualidade; por isso foi dito para a hipótese sobre o aumento da concentração de microrganismos eficazes influenciou significativamente a qualidade de maturação do composto em sua fase final.

Era uma espécie de estudo de Design Experimental aplicado e adaptado para um projeto com pós-teste somente e grupo controle, com quatro tratamentos e quatro concentrações de microrganismos eficazes, o uso de adubo composto para ele com base de bovinos e EM.1 microrganismo tão eficaz. O melhor tratamento para a temperatura voltou a t43 com 28.5°C, por t3 umidade, com 32,50%. Para a matéria seca, com 43,27% (controle), pH, t1, com 7,76 (controle), marrom escuro em todos os tratamentos; para a condutividade elétrica, T4, com 20.44ppm; para azoto, t3, com 1,53%; para o fósforo, t2 com 17013 ppm; Concluiu-se que a incorporação de M.1 microrganismo eficaz afeta a qualidade do composto, direta ou indiretamente.

**Palavras-chave:** esterco, composto, microrganismos, gado.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Situación Problemática

El presente proyecto de investigación permite dar a conocer el proceso utilizado para la preparación de compost a base de estiércol de ganado bovino, panca y tamo de arroz a través del uso de microorganismos eficaces a fin de mejorar su calidad, empleando 4 concentraciones diferentes más un testigo, dando un manejo técnico de los estiércoles de ganado bovino, transformándolos, mediante el proceso de compostaje y la utilización de microorganismos eficientes en materia orgánica que podrán utilizarse en la producción agrícola como enmiendas orgánicas, en la agricultura mejorando la textura y fertilidad de los suelos.

Existen muchas formas de preparar compost y el más utilizado es a base de estiércol bovino por la gran cantidad que se genera en las zonas ganaderas; el cual es preparado de acuerdo a los insumos o desechos que se generen en su localidad.

Ciertos productos con un compostaje inconcluso ya sea el bocashi proporcionan un elevado nutrimentos a corto plazo a diferencia de un compost definido, también cuando se incorporan una agrupación microbiana diferentes para su continua descomposición en el área, pero además esta el riesgo de que incremente la temperatura propia del suelo, esto podría afectar directamente a los microorganismos benéficos y al propio cultivo (Soto, 2001).

El vermi compost y el compost es el abono orgánico más conocido y utilizado en el proceso de transformación microbiana ya que posee un control orgánico en la temperatura que ronda de los 20 a 45°C, producto para la descomposición de los azúcares (fase mesofílica) por medio de esta puede alcanzar la temperatura de 55 a 70°C (fase termofílica) a través de esta degradación celulosa, se puede

disminuir la población microbiana. “Ya manifestada esta fase se da por iniciado el proceso de maduración del compost, en el cual disminuye considerablemente la temperatura, esto da como recolonización por los microorganismos ya que pueden ser antagonico organismos fitopatógenos” (Bollen, 1993). (Paul, E. A. (81). Clark FE 1996., 1996), (Hoitink, 2001). Las acciones realizadas por los seres humanos son influenciadas en la biota de la capa del suelo, esta afecta directamente a su diversidad y su composición. La calidad y la cantidad de los residuos en las especies y las plantas afectan el hábitat, esto es perceptibles a los diversos microorganismos. El sistema agrícola y la práctica influyen además la práctica de labranza, biota del suelo, los abonos y los fertilizantes con el mal uso de los pesticidas. Los tipos y números de organismos son variados en el sistema, ya que hace que la biodiversidad del suelo sea un punto de calidad y salud en el área y posea un ecosistema adecuado (Bunning , Jimenez, 2003).

En poblaciones de Microorganismos de montaña (MM), las interacciones apropiadas en la población propia se desarrollan con gran frecuencia. “Por ende, se puede traspasar el MM ya que es un tipo de inóculo microbial esto podría presentarse en aquellas interacciones ya sean positivas o negativas, ya que en la microbiología es muy utilizado la extracción de los bosques de esta aplicación” (Atlas , Bartha, 2002).

(Suquilanda, 2007); manifestó que los organismos eficientes están constituidos por ciertos cultivos microbianos mixtos estos poseen ciertos tipos de microorganismos con diversas funciones en la cual se puede citar: levaduras, bacterias productoras de ácido láctico, hongos filamentosos, actinomicetes, bacterias fotosintéticas que por medio de este mecanismo se especializa, se vincula con el medio líquido. Las enzimas, los aminoácidos, las sustancias bioactivas, los ácidos nucleicos, y otros productos con diferentes especies de

microorganismos, estos realizan su función directa o indirectamente con la influencia adecuada en el proceso de crecimiento de la planta.

El estiércol bovino ha sido un problema a nivel de hatos ganaderos, por la generación de excretas que produce el ganado; una unidad bovina defeca entre el 6 y 7% de su peso vivo y la orina es de 3% de su peso vivo, así como por los olores que se producen en invierno y el polvo que se genera en verano (Gil, 2006).

Los estiércoles frescos son ricos en microorganismo por la humedad que tienen pero como no son utilizados, se meteorizan rápidamente en el suelo, donde la mayoría de los microorganismos mueren, por lo que es necesario tratar este tipo de estiércol con microorganismos eficientes del sector para un mejor aprovechamiento de esta materia orgánica sin que se pierdan los minerales que contiene y sean útiles para las plantas y el suelo.

Los nutrientes presentes en los estiércoles son esenciales para el desarrollo de la mayoría de las plantas, por lo que es necesario realizar un buen manejo en la preparación de compost, con el propósito de que la mayoría de los microorganismos presentes se desarrollen y mejoren el compost y el contenido de microorganismos benéficos para las plantas y el suelo.

## **1.2. Formulación del Problema.**

¿El incremento de la concentración de microorganismos eficaces afecta la calidad del compost obtenido a partir del estiércol de bovinos?

## **1.3. Justificación e Importancia.**

En una explotación pecuaria existe gran cantidad de estiércol generados por el ganado bovino, lo que influye en la aparición de

problemas ambientales como contaminación por fosfato, nitritos, metano (Morocho, 2012); siendo necesario la reducción del impacto ambiental, por lo que el presente trabajo de investigación plantea utilizar el estiércol bovino de los corrales más microorganismos eficaces para acelerar el proceso de compostaje y obtener materia orgánica bien procesada que sería de gran utilidad en el sector agrícola.

Así mismo se espera que muchos gremios agrícolas y en especial el ganadero adopte este conocimiento técnico-científico, dándole un valor agregado a sus desechos generados en la producción ganadera de leche o carne y no sea el problema, sino una fuente de nutrientes disponible para los campos agrícolas o para sus mismos pastizales, originando un ahorro en fertilizantes químicos y utilizando su propia materia orgánica en sus mismas localidades y a bajo costo.

Según los resultados del último censo agropecuario en el país en el 2002 indicaron que hay 842.882 unidades de producción agropecuaria, es decir fincas, haciendas y demás predios; estos ocupan una superficie de 12'355.831 hectáreas, lo que deduce, según el informe, que más del 48% de la superficie nacional está al servicio de los productores agropecuarios. (Martínez, 2002), director del Servicio de Información y Censo Agropecuario (SICA), expresó que con los resultados obtenidos se comprobó una vez más el potencial agrícola que posee el país y que podríamos tener una mayor expansión en producción.

Según la Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente, indica que, la población bovina en Ecuador es de 4,5 millones de cabezas de ganado, según datos del último censo agropecuario, señalan que en la región sierra un 70% está orientada a la producción de leche y un 30% a la producción de carne, al contrario de lo que sucede en la región costa.

Los productores que disponen de estiércol lo utilizan indiscriminadamente aplicando dosis altas de 200 a 250 toneladas por año por hectárea, lo anterior hace necesario llevar a cabo análisis del balance salino y de la calidad del suelo en los terrenos donde se aplica el estiércol, para que se dosifique y maneje adecuadamente *in-situ* debido a que el estiércol presenta una alta capacidad de intercambio catiónico y a medida que se va descomponiendo o biodegradando se van liberando iones que afectan la fertilidad natural del suelo, generando salinidad y sodicidad. Esto puede ser una desventaja y llegar a tener efectos directos en la productividad de los cultivos que se establezcan (PAUL, 1989)

Los principales problemas son: falta de conocimiento técnico para aprovechar los residuos de estiércoles, dosificación inadecuada, desconocimiento técnico sobre el efecto de la aplicación continua de los estiércoles al suelo, así como también sobre el grado de biodegradación del estiércol a través del tiempo y su impacto en la planta (Castellanos, Marquez, Salinas, Santelises, 1996) y (Salazar, vazquez, Rivera, 2002)

#### **1.4. Hipótesis:**

El incremento de la concentración de microorganismos eficaces influye significativamente en la calidad del compost obtenido a partir del estiércol de bovinos.

#### **1.5. Objetivos de la Investigación**

##### **Objetivo general:**

Determinar la calidad del compost, obtenido a partir de estiércol de bovinos, al incrementarse la concentración de microorganismos eficaces.

### **Objetivos Específicos**

1. Determinar el tipo de microorganismos eficaces en el compost a partir del estiércol de bovinos.
2. Determinar la calidad del compost obtenido en cada una de las concentraciones de microorganismos eficaces utilizados en el ensayo.
3. Determinar el grado de asociación entre la concentración de microorganismos eficaces y la calidad del compost.

## 2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

### 2.1. Antecedentes

A nivel mundial en los últimos años se acoge una política la cual es aprovechada para la agricultura en los desechos orgánicos que se producen en áreas determinadas. Luego de un proceso de compostaje, ciertos residuos orgánicos son cambiados en compost esto a su vez es un producto higienizado, estabilizado, por ende, es de fácil transporte y almacenamiento.

Un producto orgánico muy general es el estiércol del bovino ya que es un producto orgánico con elevada disponibilidad a nivel mundial. Últimamente, en el área ganadera se ha puesto en marcha los cambios de forma que este sea disponible de manera disminuida en los territorios en donde se la utilice; por lo tanto, esto se ha convertido en un subproducto que es suma importancia gestionar para su apropiada utilización.

Se puede decir a diferencia de tipologías el estiércol de bovino se la presenta con atributos variados. La humedad volumétrica y los contenidos de fibras son características que más conviene en el desarrollo correcto en los procesos de compostaje dinámico. Por lo tanto, las propiedades correctas de los compost son apropiados para su utilización como un sustrato.

En este sentido (Guerra Gómez, 2008) indica que la mezcla en proporciones distintas de suelo y compost de estiércol bovino con seis meses de humificación es suficiente para sus estabilización de temperatura y la finalización del compostaje.

En el rendimiento del forraje verde y seco son la utilización de estiércol de ovino y bovino se la puede acoplar positivamente a la fertilización mineral en los sectores trópicos. También probable obtener los efectos

residuales en gran magnitud a la utilización en los periodos prolongados de tiempos (ya sea de uno a tres años) (Sotelo, 1995)

**Estiércoles:** La producción de residuos ganaderos es en España del orden de 91 mt/año, representando unos 21 mt / año de materia orgánica y 655 kt/año de nitrógeno. Son los subproductos orgánicos que se producen en mayor cantidad, siendo el sector bovino el máximo productos, con 42 mt/año, seguido del sector porcino con 25 mt/año. Las deyecciones de bovino aportan más del doble de materia orgánica que las de porcino, mientras que la generación total de nitrógeno e del mismo orden de magnitud. Las diferentes características de estos productos en función de los animales considerados hacen notar la imposibilidad de generalizar métodos de tratamiento aplicables en cualquier circunstancia (Moreno & Moral, 2008).

(Cáceres, 2002), por otro lado, la salinidad elevada y el pH son medidas que más condicionamientos son aplicados; en esta labor para medir la población de los microorganismos en los compost del estiércol de bovino. La fracción sólida del purín de los bovinos es una apropiada tipología que es utilizada en la agricultura. Se ha comprobado que el método de aireación por medio del compostaje en cierta parte influye en la calidad del producto como sustrato y en desarrollo de diferentes parámetros en el proceso (alcalinidad y nitrificación).

En el año 1992, el Proyecto de Asesoramiento Global de la Degradación de Suelo (GLASOD) patrocinado por el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP), “valoro que el 38% de las tierras agrícolas a nivel global ha sufrido alteraciones; está provocada por actividades de los seres humanos; aproximadamente el 20% de la tierra es moderadamente alterada y el 6% gravemente alterada” (Oldeman, 1992).

La habitual agricultura fatiga severamente el suelo, esto es provocado por la degradación, por lo cual se debe adoptar medidas de protección para mantener y aumentar la fertilidad. Por ende, la actividad agrícola no debe disminuir a incrementar en los productos biológicos, sino que debe abarcar el mantenimiento frecuente de la fertilidad en el suelo (Riechmann j., 2003).

El elemento orgánico es muy esencial en el suelo ya que su participación en los procesos de transformación iónico, de estabilidad estructural y posee ciertas características físicas y químicas, además la agrupación de reacciones vinculadas en los organismos del suelo. También, en la sustracción del proceso de la población de micro, meso en el suelo, lo cual se ha transformado a nivel de cultivo. Cientos de ellos son antagonistas en el organismo de tipo simbiótico o fitopatógenos (micorrizas, bacterias fijadoras de nitrógeno) (Henriquez, Calbaceta, 1992)

### **Inoculante de Microorganismos Endógenos para Acelerar el Proceso Compostaje de Residuos Sólidos Urbanos.**

El propósito de este estudio fue incrementar el proceso de compostaje de residuos sólidos urbanos, se infectaron pilas materiales con los microorganismos endógenos. Estas bacterias son identificadas como *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens* y un hongo, *Aspergillus fumigatus*. “En la cual se preparó un inóculo en la cual poseía una concentración de  $1 \times 10^7$  UFC/ml para cada microorganismo y se aplicó por aspersión, 2 L m<sup>-3</sup> Se evaluaron los siguientes parámetros: aspecto físico, temperatura, humedad, pH, relación C:N, conductividad eléctrica, materia orgánica, y la capacidad de intercambio catiónico. Estos resultados son mostrados en las pilas de inoculadas los cuales proporcionaron las características de madurez y estabilidad, en la cuarta semana antes de la pila del control. Los resultados manifestaron que el

inoculo fue de gran ayuda para acelerar el desarrollo de compostaje en los residuos urbanos”. (María Ester Cariello & González, 2007)

### **Microorganismos presentes en el compost. Importancia de su control sanitario.**

La evolución en el compost en los residuos orgánicos es un método conocido de fácil utilización, la cual permite obtener una fertilidad de forma racional, segura y económica, por medio de esta los diversos residuos son aprovechados y conservados en los nutrientes de los suelos. La utilización del compost manejado inapropiadamente produce un peligro en el medio ambiente y para la salud de los individuos, ya que la supervivencia y los movimientos en el suelo con las bacterias patógenas en los biofertilizantes tales como: Salmonella, Shigella, Campylobacter, Vibrio cholerae, E. coli. En la presente tesis se manejó una monografía en la cual resalta los aspectos anteriormente mencionados que son de suma importancia en los análisis microbiológicos en el control sanitario de los fertilizantes. (Gómez Y. T., 2004).

**Gordillo, F. (2010)**, en su investigación “Evaluación Comparativa de la calidad del Compost producida a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros”, llegó a las siguientes conclusiones: mejor método de aireación al volteo, para mantener la estabilidad de micronutrientes y macro en la formulación son tres (50% de bagazo, 25% de cachaza, 25% de ceniza). La formulación dos (40% de bagazo, 30% de cachaza y 30% de ceniza) está vinculado C/N que es el más apropiado. La temperatura alcanzo su estado inicial, con los valores del CE estos se mantiene por debajo de los 3000 u s/cm, el ph en desarrollo es el óptimo ya que concluye con su estado más elevado, la formulación tres (50% de bagazo, 25% de cachaza, 25% de ceniza), esta fue la que presento un incremento en la concentración de materiales orgánicos en su conclusión.

## 2.2. Bases Teórico – Científicas

### Importancia del abono orgánico.

(Delgado, et al. 2008), El abono orgánico es el producto que se obtiene de la transformación de materiales o residuos agropecuarios, que dándoles tratamientos técnicos apropiados podemos incrementar su aplicación y conseguir rentabilidad económica, potencializando la fertilidad de los suelos y mejorando la productividad en los cultivos; teniendo su importancia fundamental en la conservación del medio ambiente a través de la reutilización de los residuos orgánicos.

### Tipos de abono orgánico.

- ✓ Estiércoles
- ✓ Guano, gallinaza
- ✓ Compost
- ✓ Abono verde
- ✓ Líquido
- ✓ Bocashi
- ✓ Lombriabono
- ✓ Turba

*“Los extractos húmicos. Son los denominados estiércoles, basuras fermentadas, compost, guano, humus de lombriz. Su actividad es lenta, ya que facilita el nitrógeno con las bacterias que se descomponen”.* (Infojardín, 2007).

### Factores que condicionan el proceso de compostaje.

Como se ha mencionado, el proceso de compostaje está relacionado con las actividades de los microorganismos que se encuentran en el entorno, ya que estos son los responsables de la descomposición del material orgánico. Para esto los microorganismos pueden desarrollar o vivir en la en la descomposición requieren de una condición óptimas de temperatura, oxigenada y húmeda. La cantidad es elevada y son

complejos en los factores que involucran los procesos biológicos del compostaje, esta a su vez es influenciado con las condiciones ambientales, en los residuos y son una técnica de compostaje muy utilizada (Yazàn, 2013).

### **Temperatura:**

Las experimentaciones de los cambios en los parámetros que son usados frecuentemente para dar a conocer las acciones microbianas en los procesos y establecer los materiales orgánicos. (Bastan, Basol, & Solarsom, 2015)

En la fase de los procesos abarcan una serie de microorganismos (Yazàn, 2013), cada uno de estos son un rango en la temperatura (GobiernodeEspaña, 2013)

- Fase de latencia y crecimiento: 15 – 45°C
- Fase de Termofilia: 45 – 70°C
- Fase de Maduración: Inferior a los 40°C.

### **Humedad:**

Estos factores están en actividades y composición de la población microbiana, que están vinculadas en la evolución de la temperatura y el grado de descomposición en los materiales orgánicos. Además, en el agua disuelta lo compone fácilmente en el interior de las células.

Varía la humedad de acuerdo al método de compostaje. (Bastan, Basol, & Solarsom, 2015)

**(Aireación forzada o sistema de pilas volteadas)**, el tamaño de la composición de la materia y la pila.

El tipo de materia define el grado de humedad, para los materiales residuales o fibrosos los idóneos son de 75 – 85%, en cuanto a los

materiales frescos es de 50 – 60%. Ya que se los puede tomar como los valores óptimos de 50 -60%

Está por debajo de los 40% esto reduce las actividades microbianas (los hongos que se resisten) y están por debajo del 20% de los valores que son altamente residuales.

Por otro lado, no es adecuado el exceso de agua, ya que este componente desplazaría al aire a los espacios porosos, esto produce los malos olores ya que se establecen las situaciones de manera anaeróbicas.

### **Aireación**

Cuando se trata de un proceso aeróbico, es importante el oxígeno en los microorganismos estos pueden efectuar la descomposición. Por lo tanto, es necesario, controlar el nivel de optimización en el oxígeno, descartando que se produzca las situaciones anaeróbicas que disminuyan la velocidad de los procesos, así como la creación de los malos olores en la calidad de los productos.

La aireación en la pila de compost es importante ya que en el proceso de biooxidativa, en los procesos iniciales del oxígeno se puede ver disminuido hasta un 20%, en el dióxido de carbono incrementa hasta un 5%. (Bastan, Basol, & Solarsom, 2015).

El oxígeno es un elemento indispensable en los microorganismos puedan descomponerse fácilmente en los materiales orgánicos. Por lo tanto, el aporte en el aire en todo lugar es idóneo para mantener las acciones microbianas, sin que esta pueda producir condiciones anaeróbicas, que también de entorpecer el proceso, esta da lugar a la aparición de los olores que afectan a la calidad del producto. *“Para que no se produzca el proceso anaeróbico este puede superar un mínimo de 10% de aireación. Por lo tanto, es esencial controlar los materiales*

*introducidos en la pila, ya que, los restos de vegetales, como el césped poseen apelmazarse y esto produce putrefacción". (GobiernodeEspaña, 2013)*

**PH** (Bastan, Basol, & Solarsom, 2015)

El pH es un factor esencial este influye considerablemente en las actividades microbianas ya que las bacterias, los hongos tienen que desarrollarse de manera óptima en los pH.

Las bacterias poseen un máximo de desarrollo a pH de 6 a 7.5, a su vez poseen hongos que tendrían un valor de 5 y 6.

- **Termofilia:** el pH incrementa hasta valores entre 8 y 9.
- **Maduración:** El pH está calculado entre a 7 – 8 como resultado de la capacidad transparente que concede a la materia orgánica el humus que se va estableciendo.
- **Ceniza:** Polvo mineral de color gris claro que permanece como residuo de una combustión última.

**Densidad Aparente (F. Gordillo 2010).**

La gran parte del compost está presente en la densidad de 400 y 700 Kg/m<sup>3</sup>, esto afecta considerablemente la humedad del producto, la distribución de las partículas, el contenido de los materiales orgánicos y el grado de descomposición.

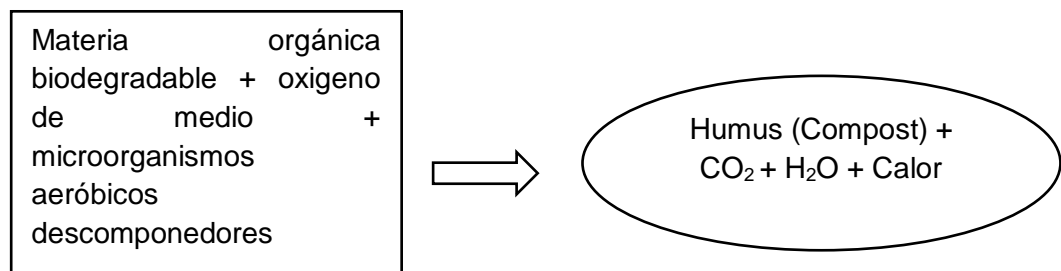
**Población microbiana.**

El compostaje es un procedimiento aeróbico de la descomposición de la materia orgánica, el cual se lleva a cabo de una gran gama de población bacteriana, actinomiceto y hongos (Centro Salvadoreño Tecnología Apropiaada CESTA, s.f.)

### Etapas del proceso de compostaje:

(Yazàn, 2013)

“Para que esta se produzca en el proceso de compostaje es importante llevar a cabo una serie de reacciones, que se desarrollan por medio de la actividad conjunta de microorganismos de diferentes tipo, ya sea la bacteria y los hongos”.



Las cuatro etapas principales del proceso son:

- Fase Mesofilia
- Fase Termofilia
- Fase de Enfriamiento
- Fase de maduración

### Propiedades del compost.

Según (Fernandez, Gomez, Estrada, 2004), el compost es considerada una materia orgánica que sirve para potencializar la supervivencia de los microorganismos para mejorar la calidad de los suelos permitiendo bajar la contaminación y agentes patógenos que pueden causar daños en el sistema radicular de las plantas. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

**Propiedades Físicas.**

Facilitar uso del suelo para las actividades de campo como la siembra y el arado, de igual manera permite aumentar la capacidad de retención de la humedad del suelo, reduciendo el riesgo de erosión y regulando su temperatura (FAO, 2013).

**Propiedades Químicas.**

Aporta con los principales macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio y micronutrientes como magnesio, manganeso, calcio y zinc, mejorando la capacidad de intercambio catiónico características favorables para el desarrollo de las plantas.

**Propiedades Biológicas.**

Una de las principales características es aportar con organismos con capacidad de transformar los materiales insolubles del terreno en nutrientes para la vegetación y degradar sustancias tóxicas o nocivas, que puedan afectar a la biota del suelo y al sistema radicular, mejorando las condiciones del suelo con el aporte de carbono y de esta manera mantener la biodiversidad de la flora y fauna (FAO, 2013).

**Como obtener un abono de mejor calidad química, física y microbiológica.**

Para obtener un abono de buena calidad es necesario realizar una buena recolección de los materiales a compostar y cumplir con los pasos técnicos recomendados que nos permitan al momento de empezar el proceso de elaboración del abono para que no se alteren las propiedades físicas, químicas y biológicas que podrían afectar el equilibrio de las poblaciones de microorganismos (Gómez J. , 2002).

Para realizar y obtener una buena calidad de compost es necesario que durante la mezcla de los residuos orgánicos se mantenga la relación carbono / nitrógeno que va a depender del tipo de estiércol que vamos a utilizar; ya sea estiércoles calientes como de especies de corral, equinos como es el caso de los caballos, ovejas, cabras y conejos, los mismos que tienen un elevado contenido de nitrógeno y las temperaturas sobrepasan los 70°C; o, estiércoles fríos como de bovino y cerdo, que tienen menor contenido de nitrógeno y regulan la temperatura no dejándola sobrepasar los 70°C (Gómez J. , 2002)

### **Porque son importantes las poblaciones microbianas en el proceso de compostaje.**

Los microorganismos son importantes en un proceso de preparación del compostaje debido a que producen la descomposición de la materia orgánica y destrucción de agentes patógenos, así como de semillas de malezas.

- **Bacterias:**

Son las encargadas de apresurar los procesos de degradación en los restos orgánicos y transformarlos en compuestos orgánicos e inorgánicos favoreciendo la parte nutricional del suelo y plantas. Entre los géneros de bacterias más importantes se encuentran: ***Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Citrosomonas*, *Nitrobacter*, *Thiobacillus* y *lactobacillus*** (Gómez J. , 2002).

- **Actinomicetos:**

Son los responsables de producir antibióticos que sirven para el control de microorganismos patógenos que son agentes causales de producir enfermedades para las plantas; así mismo son los responsables a la contribución de ácidos húmicos. Entre los géneros de actinomicetos más importantes están: ***Streptomyces*, *frankia*, *Nocardia* y *Actinomices***. (Gómez J. , 2002).

- **Hongos:**

Al igual que las bacterias y los actinomicetos son contribuyentes a la descomposición de los residuos orgánicos. En un compostaje debieran encontrarse los siguientes hongos: *Asèrgillus*, *Penicillum*, *Rhizopus* y *trichoderma*, entre otros (Gómez J. , 2002).

### **Microorganismos Eficaces.**

Son considerados microorganismos eficaces aquellos que tiene la capacidad de desintegrar la materia orgánica y eliminar microorganismos patógenos que afectan a los cultivos, dándole un buen beneficio a la actividad micribiana del suelo y la planta, por su contenido de poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levadura y bacteria fotosintéticas (Gómez J. , 2002).

### **Criterios de calidad del compost!**

El estado de calidad del compost no es un concepto definitivo, sino que tiene dependencia en los usos que en este se den.

Podríamos conceptualizarla como “La capacidad o aptitud del compost para satisfacer las necesidades de la planta, con un mínimo impacto ambiental y sin riesgo para la salud pública”. De esta forma, un compost de tipo B según la legislación española por su compuesto de metales pesados, resultaría negativo para su uso como elemento de sustratos de cultivos hortícolas consumibles, pero no demostraría ninguna limitación para el cerrado vertederos a la recuperación de terreno degradados por acción industrial o de mineras. Esto mismo se puede decir de la calidad del compost por su nivel o grado de madurez, la carga bacteriológica o las propiedades químicas y físicas en función de sus diversos usos, que se describen a continuación.

La calidad del compost para un uso determinado suele darse, entre muchas, por dos diferentes vías.

- Por medio de experimentos de campo, en los que se evalúa la respuesta de las plantas en situaciones reales del cultivo a diversas dosis de compost, según términos de producción de biomasa, incremento radicular, número de flores u hojas, etc.
- Calculando un compost de propiedades, algunas de ellos, como la organolépticas (calor, olor, dimensión de la partícula, presencia de componentes impropios tales como vidrio, plástico, etc.) pueden analizarse sensorialmente, ya que mientras las propiedades químicas, físicas y biológicas (porosidad, densidad, aireación, ph, conductividad eléctrica, nutrientes, metales pesados, bacteriológica, contaminación, etc.), por lo general se esclarecen en el laboratorio.

**En la Tabla Nº 1** se juntan los valores de los parámetros físicos químicos principales que se están determinando en Gipuzkoa para apreciar la calidad del compost. Los resultados se repiten tanto a muestras diversas de control tomadas en casualidad entre los componentes de la Red de Compostaje domestico de Gipuzkoa como a las del colaborador en las sucesivas ediciones del Premio de Compostaje (Aquirre et al, 2010), que se diferencia a los resultados de las Zonas de Flandes (VLACO, 2006) y de Rennes.

**Tabla Nº 1: Parámetros del compostaje**

Parámetro	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica II (2-5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)
C:N	25:1 – 35:1	15/20	10:1 – 15:1
Humedad	50% - 60%	45%-55%	30% - 40%
Concentración de oxígeno	~10%	~10%	~10%
Tamaño de partícula	<25 cm	~15 cm	<1,6 cm
pH	6,5 – 8,0	6,0-8,5	6,5 – 8,5
Temperatura	45 – 60°C	45°C-Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250-400 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>
Materia orgánica (Base seca)	50%-70%	>20%	>20%
Nitrógeno Total (Base seca)	2,5-3%	1-2%	~1%

**Fuente:** (FAO, 2013)

### 2.3. Definición de Términos Básicos.

- **Materia Orgánica.**

El componente o materia orgánica del suelo se junta en varios compuestos, de esta manera tenemos: (a) la materia orgánica no transformada representada por la biomasa de las plantas, animales y microbial; (b) la materia orgánica semitransformada integrada de restos orgánicos en ciclo de descomposición y (c) la materia orgánica convertida o transformada, representada por los elementos orgánicos completamente adheridos, dentro de la cual se localiza el humus. (Rovesti, 2003)

- **Compostaje.**

El compostaje es el proceso o desarrollo biológico aeróbico, por medio del cual los microorganismos reaccionen sobre la materia de inmediata biodegradación (restos de cosecha, desechos de animales y residuos de las personas), de esta forma permitiendo conseguir “compost”. Mantillo o Compost se puede determinar como respuesta a un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo regulaciones controladas y en ausencia de terreno. “Para el suelo, el compost es un nutriente que mejora la estructura y permite reducir la erosión y eleva la absorción de líquido y nutrientes por parte de la vegetación”. (Betts, 2007)

- **Abonar**

Es una actividad necesaria para asegurar la calidad del terreno y optimizar el desarrollo de plantas y árboles. Para que con la inserción de un abono se consigan los resultados esperados. Esto se usa para la aportación de nutrientes tanto primarios, secundarios y otros que son usados por los árboles, ayudándole al crecimiento y desarrollo de esta. Algunos están disponibles en el terreno, pero por medio de este se está desgastando o en un uso inadecuado, estos minerales se desvanecen; por lo cual se ve en la necesidad de aplicar sustancias orgánicas o químicas que proporcionen las deficiencias que se presentan en el terreno o suelo. (Consumer, 2004)

**Concentración**

(Definicion De, 2016), Se define como concentración instantánea y consecuencia de concentrar o de concentrarse (definición que hace referencia al logro de juntar en un punto determinado lo que se encontraba disperso, de reducir en algunas sustancias o partes el líquido para disminuir su volumen, y a la capacidad de mantener una reflexión profunda).

**Microorganismos**

(Definicion ABC, 2016), *“Los microorganismos son seres vivos diminutos que solamente pueden ser apreciados mediante un microscopio. En este abundante grupo podemos integrar a los virus, bacterias, levaduras y mohos que transitan por el planeta”.*

**Eficacia**

(Definicion De, 2016), *Es la capacidad de lograr el efecto que se espera o se desea tras la ejecución de una acción.*

**Calidad**

(Significados, 2016), *“La calidad se refiere a la capacidad que tiene un objeto para completar o satisfacer necesidades explícitas o implícitas según un parámetro”.*

**Compost**

(Compostandociencia, 2016), *“Es una tecnología de bajo valor que permite convertir subproductos y residuos orgánicos en materiales de calidad que pueden usarse como enmendantes del suelo y/o abonos del mismo, de esta forma se diluye el impacto ambiental que estos residuos producen y posibilitan el aprovechamiento de los vastos recursos que con frecuencia tienen”.*

**Estiércol**

(THE FREE DICTIONARY, 2007), Es una mezcla de excremento de animal con residuos vegetales en desintegración que se utiliza como abono: el estiércol es un abono natural abundante en nitrógeno.

### **Enmiendas orgánicas**

(TÉCNICO AGRÍCOLA, 2013), en definición es una enmienda orgánica, el producto viene de materiales carbonados de origen animal o vegetal, usado principalmente para aumentar o mantener el contenido en materia orgánica del terreno, fortalecer sus propiedades físicas y optimizar, también, su actividad biológica o química.

### **Fertilidad**

(Definición ABC, 2016) El término fertilidad concede a la capacidad que puede tener cualquier ser viviente para generar descendencia. Todos los seres vivos tienen como función principal la de preceder la existencia, por lo cual todos ellos tienen la capacidad de reproducirse y crear a partir de los procesos adecuados de fertilización a seres similares a sí mismos. La fertilidad también puede ser usado para hacer referencia al terreno o suelo que son vastos en microorganismos y nutrientes y que ayudan a partir de esto que las plantaciones sean más estables, fuertes, saludables y de calidad.

### **Bocashi**

El bocashi es un tipo de abono orgánico fermentado, que se produce con estiércol y otros elementos orgánicos que son subproductos o desechos de la misma unidad de producción y que por lo tanto no representan un gasto para el agricultor, los cuales tienen una fermentación aeróbica, quiere decir que necesita aire, y que necesita de una participación activa de microorganismos, los cuales son esenciales para la degradación de los materiales que ingresan en la mezcla y para aportar al terreno una flora microbiana nueva (Restrepo, 1997)

### **Nutrientos**

(Nutrinotas's, 2010), Son sustancias que permiten al cuerpo realizar todas sus funciones. Si por un largo tiempo carecemos de nutrientes entonces se evidencia una disfunción en el organismo a consecuencia de no contar con la materia prima necesaria para elaborar enzimas y llevar a cabo reacciones esenciales para la vida.

### **Descomposición**

(Pino, 2012), Es un **proceso biológico y químico** natural, esencial para el desarrollo y funcionamiento de la vida de cualquier bioma. La RAE determina el acto de descomponer como el de “*desordenar y desbaratar*” o bien como el de “*separar las diversas partes que forman un compuesto*”, entre otras.

### **Vermicompost**

(El Jardín en casa, 2013), El Vermicompost pertenece al grupo de abonos ecológicos, ya que es un fertilizante nativo, completamente orgánico, que arregla las deficiencias del terreno brindando los nutrientes que requiere sin modificar al ecosistema. Al ser devorado por las lombrices, no hay putrefacción o fermentación de los alimentos, y al ser elevadamente soluble es de fácil absorción por las raíces de las plantas; esto dirige una mejor asimilación de nutrientes, y como consecuencia más energía y vitalidad, con mayor tolerancia a enfermedades, específicamente en condiciones climáticas perjudiciales, como así también en tiempos de trasplante.

### **Actividad microbiana**

(Mora, 2006), “Esta actividad se produce en función de factores extrínsecos e intrínsecos al sistema suelo, por lo cual representa un indicador de la dinámica del terreno y de la salud estable del recurso, pues una actividad microbiana buena puede ser el reflejo de óptimas condiciones químicas y físicas que permitan el desarrollo de los procesos metabólicos de hongos, bacterias, algas y actinomicetos y de su acción en los substratos orgánicos”.

### **Fase mesofílicas**

(Taibo Cortiñas, y otros, 2015), En este ciclo proliferan las bacterias mesofílicas y hongos mesofílicos. “La cantidad de actinomicetos se encuentra relativamente bajo. Debido a la acción metabólica de todos estos microorganismos la temperatura incrementa hasta 40°C, el pH desciende desde un valor neutro hasta 5.5-6 ya que debido a la descomposición de glúcidos y lípidos en ácidos pirúvicos y de proteínas

en aminoácidos, lo que ayuda en la aparición de hongos mesofílicos más resistentes a las variaciones del pH y humedad”. En esta fase la relación C/N es de especial relevancia ya que el carbono ofrecerá la energía a los microorganismos y el nitrógeno es esencial para la suma o síntesis de nuevas moléculas.

### **Fase termofílica**

(Taibo Cortiñas, y otros, 2015) Manifiestan que la temperatura continúa creciendo hasta llegar a valores de 75°C, las poblaciones de bacterias y hongos mesofílicos seden o permanecen en estado de dormancia mientras que las bacterias termofílicas, actinomicetos y hongos termofílicos encuentran su estabilidad, produciendo incluso más calor que los mesófilos. La degradación de los ácidos conseguidos en la etapa anterior provoca una elevación del pH pasando desde 5.5 hasta 7.5 donde continuara casi constante hasta fin del proceso, el color del compost se pone más opaco paulatinamente y el olor original se empieza a reemplazar por olor a tierra.

### **Maduración del compost**

(Cempre Uruguay, 2013), “En la fase de maduración, el ciclo con mayor duración, es cuando incrementa la cantidad de nutrientes encontrados en el compost y puede ser usado por las raíces. El material se encuentra bien degradado y la materia prima original ya no se encuentra. Durante el acondicionamiento final se genera un cribado final del material, para aislar las últimas impurezas y conseguir un producto más homogéneo con facilidad a una posterior venta”.

### **Biodiversidad**

(Biodiversidad mexicana, 2012), La diversidad biológica o biodiversidad es la variedad de la vida. “*Este actual concepto incluye muchos niveles de la organización biológica*”. Encierra una diversidad de especies de vegetales, hongos, animales y microorganismos que viven en un lugar determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales

pertenecen a estas especies y a los paisajes o regiones en donde se localizan los ecosistemas. También contienen los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de especies, genes, paisajes y ecosistemas.

### **Ecosistema**

(INECC, 2013), “No es complicado definir el concepto de ecosistema. Es un conjunto de organismos con interacciones entre ellos (por lo general denominado comunidad) y con el ambiente físico en el que residen en un periodo de tiempo. Sin embargo, el identificar un ecosistema en la realidad es mucho más complejo. El límite entre un lago y un bosque y puede ser muy claro para la mayoría de los ecólogos, el límite entre un bosque de pino encino y un pino puede no serlo como lo aparenta. Entre más similar sea un ecosistema a otro será más difícil visualizar los límites entre ellos”.

### **Pesticidas**

(California Department of Pesticide Regulation, 2013), “Con frecuencia se piensa que pesticida significa insecticida. En realidad, pesticida se refiere tanto a insecticidas como a muchos otros tipos de sustancias químicas. Un pesticida es cualquier sustancia elaborada para controlar, matar, repeler o atraer a una plaga. Tal plaga puede ser cualquier organismo vivo que provoque daño o pérdidas económicas o que transmita o produzca alguna enfermedad. Las plagas pueden ser animales (como insectos o ratones), plantas no deseadas (malas hierbas, malezas) o micro-organismos” (como enfermedades y virus de las plantas).

### **Abono orgánico**

(Ecured, 2016), “Es un fertilizante que surge de humanos, animales, restos vegetales de alimentos u otra fuente natural u orgánica. Por otro lado, los abonos inorgánicos están elaborados por medios artesanales, como son los abonos nitrogenados (elaborados a partir de aire

y combustibles fósiles) o los conseguidos de minería, como son los fosfatos o el potasio, zinc, calcio”.

### **Fertilizantes**

(Hydro Environment, 2013), “Los fertilizantes o abonos son sustancias de origen animal, mineral, vegetal o sintético, que contienen gran cantidad de nutrientes y se utilizan para enriquecer y mejorar características físicas, químicas y biológicas del suelo o sustrato; así las plantas se desarrollarán de forma óptima. Podemos evidenciar tres tipos de fertilizantes: Químicos tanto, orgánicos como inorgánicos”.

### **Actinomicetos**

(Fernández Jacob, 2012), Son un grupo de microorganismos unicelulares, muy cuantiosos en el suelo, coladera, estiércoles y, por lo general en sitios donde los restos vegetales se deterioran aeróbicamente. Ya que etimológicamente actinomiceto quiere decir hongo en forma de rayo de sol, hoy en día se les engloba dentro del grupo de los Esquizomicetos, donde determinan el orden de los Actinomicetales. La característica principal de los Actinomicetales es su capacidad para desarrollar filamentos finos ramificados o un micelio ramificado parecido a los hongos (aunque de un diámetro menor).

### **Levaduras**

(Ferrer Francesch, 2013), Son organismos que pertenecen al reino de los hongos: Como son, los organismos heterotróficos por la razón de que solo pueden nutrirse de materia ya preformada, al contrario que las plantas, que son organismos autotróficos y que al estar reforzadas de clorofila pueden usar la energía del sol junto con el aire y el agua para conseguir todos los nutrientes. Las levaduras están dispersas en casi todos los hábitats. Son muy comunes en las hojas de la vegetación y en las flores, también se localizan en los suelos y en el agua salada donde ayudan a la descomposición de algas y plantas.

### **Aminoácidos**

(Alimentación Sana, 2012), Los aminoácidos son las unidades principales constitutivas de las moléculas definidas como Proteínas. Son pues, y en un muy importante símil, los "ladrillos" con los cuales el organismo rehace permanentemente sus proteínas específicas desgastadas por la sola acción de vida.

### **Capacidad de Intercambio catiónico**

(Fertilab, 2013), Es una propiedad química del suelo que se refiere a la cantidad absoluta de cargas negativas que son útiles sobre la superficie de las partículas en el terreno. También se puede denominar como el número total de cationes intercambiables que un terreno en particular puede o tiene la capacidad de retener (cantidad absoluta de carga negativa). Saber sobre la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de un suelo es fundamental, pues este valor nos señala el potencial de un terreno para retener e intercambiar nutrientes. Aparte de eso, la CIC interfiere directamente la frecuencia y cantidad de aplicación de fertilizantes.

### **Biodegradación**

(Guiroy, 2011), “Se trata de un proceso natural por el que los microbios presentes en los objetos biodegradables actúan para disolver sus componentes. De alguna manera, se ‘alimentan’ de los productos biodegradables para luego devolverlos a la tierra. Al finalizar este proceso de ‘descomposición’, el material está listo para ser reciclado, o por lo menos contaminante; existiendo productos que se prestan más fácilmente a la biodegradación que otros”.

### **Purín**

(Mundo Pecuario, 2016), “Los purines son líquidos que se obtienen como el resultado de la fusión voluntaria de extractos de varias plantas consideradas alelopáticas o medicinales. Las plantas usadas en su preparación tienen en su composición con sustancias que alimentan la planta y previenen la aparición de enfermedades y plagas. Hoy en día los purines son utilizados con más frecuencia debido a la principal preocupación de los productores de reducir el uso de agroquímicos y mantener el ambiente”.

### **Nitrificación**

(Infoagro, 2016), Es la oxidación biológica de amonio con oxígeno en nitrito, continuo por la oxidación de esos nitritos en nitratos. La nitrificación es una fase esencial en el ciclo del nitrógeno en los terrenos.

### **Organismos fitopatógenos**

(Seminis, 2015), Una de los obstáculos que enfrenta la agricultura es el combate a los fitopatógenos; quiere decir, bacterias y hongos que dañan antes, durante y después de la cosecha. Los fitopatógenos son un enorme problema para la siembra de hortalizas, pues implican un incremento en los costos de producción para controlarlos y pérdidas biológicas y económicas.

### **Poder tampón del suelo**

Es un factor fundamental la forma en que este sea absorbido por la planta. Neutralidad, la función amortiguadora la ejerce el complejo de cambio del suelo y la reacción de meteorización de silicatos. pH: método fácil y rápido, pero con limitaciones por la capacidad tampón.

### **Capacidad de intercambio**

Es la capacidad que tienen los suelos de retener y soltar cationes disponibles en los suelos; siendo un indicador directo de la fertilidad y el control de la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Núñez Solís, 1998).

**Aerobio**

Proceso que ocurre en presencia de oxígeno. Para que un compost funcione con éxito se debe proporcionar suficiente oxígeno para que mantenga el proceso aeróbico” (FAO, 2013).

**Anaerobio**

Proceso que se da en presencia de oxígeno. Para que un compost trabaje con éxito se debe ofrecer suficiente oxígeno para que mantenga el proceso aeróbico (FAO, 2013).

**Patógeno**

“Microorganismo capaz de generar enfermedades. Puede ser fitopatógeno, cuando la enfermedad se desarrolla en plantas, o patógenos ya sea humanos o animales” (FAO, 2013).

**Parásitos**

Dentro del reino animal, los grupos principales taxonómicos que han adquirido un estilo de vida parasitaria son los protozoarios, los artrópodos, los helmintos y otros invertebrados (Cruz Reyes & Camargo-Camargo, 2001).

Los protozoarios son parásitos unicelulares que se reproducen asexualmente, careciendo de pared celular verdadera; se encuentran distribuidos en la naturaleza donde exista humedad, sobreviviendo en condiciones adversas en forma de quistes (Glynn & Heinke, 1999).

**Cadena Trófica**

Cadena trófica (viene del griego throphe: quiere decir “alimentación”) “es el proceso de transferencia de energía alimenticia por medio de un grupo de organismos, en el que cada uno se nutre del precedente y es alimento del que sigue”.

**Biodegradación**

Descomposición ordinaria y no contaminante de una sustancia o producto por la acción de agentes biológicos.

### **3. Material y Métodos**

#### **3.1. Tipo de Estudio y Diseño de Contrastación de Hipótesis**

##### **3.1.1. Tipo de Estudio**

Esta investigación es de tipo aplicada porque tiene un propósito práctico velozmente bien definidos (producir y usar el compost de mejor calidad en los campos orgánicos de la UAE); es decir se ha realizado una investigación para actuar.

##### **3.1.2. Tipo de Diseño**

El tipo de investigación es Experimental. El diseño que se aplicará es completamente al azar con un solo factor que se relaciona con cuatro concentraciones de microorganismos eficaces y un testigo.

El diseño planteado fue EXPERIMENTAL PURO dado que reunió los dos requisitos para lograr el control y la validez interna: Grupos de comparación (manipulación de la variable independiente, concentración de microorganismos); y la equivalencia de los grupos; ya que el diseño abarcó más de una variable independiente (4 concentraciones de microorganismos eficaces); y se usó una posprueba (compost al final de su proceso de maduración) para analizar la evolución de los grupos al final del tratamiento. El diseño experimental puro se adapta a un Diseño con Posprueba únicamente y grupo de control (Testigo, sin aplicación de microorganismo eficaces); o sea que para la investigación se usó dos grupos, a uno se aplicó el tratamiento experimental (grupo experimental) y al otro no (grupo de control).

La manipulación de la variable independiente fue mínima, solo alcanzó dos niveles o grados (presencia y ausencia de

microorganismo eficaces). Los tratamientos en estudios (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>) fueron al azar.

**Dónde:**

T<sub>1</sub> = Testigo

T<sub>2</sub>, = 100Cm<sup>3</sup>/20Lt de agua de EM1+200Cm<sup>3</sup> de Melaza

T<sub>3</sub> = 150Cm<sup>3</sup>/20Lt de agua de EM1+200Cm<sup>3</sup> de Melaza

T<sub>4</sub>= 200Cm<sup>3</sup>/20Lt de agua de EM1+200Cm<sup>3</sup> de Melaza

T<sub>5</sub>= 300Cm<sup>3</sup>/20Lt de agua de EM1+200Cm<sup>3</sup> de Melaza

Al final del tratamiento se aplicó una medición tanto del grupo experimental como al de control; adaptándose el siguiente diseño:

RG<sub>2</sub> X O<sub>1</sub>

RG<sub>2</sub> - O<sub>2</sub>

**Donde**

G<sub>1</sub> = Grupo experimental

X = Estímulo

O<sub>1</sub> = Prueba de salida

G<sub>2</sub> = Grupo de control, testigo

— = No se aplica estímulo

O<sub>2</sub> = Prueba de salida.

La prueba fue administrada inmediatamente que terminó el experimento, dando que era posible que la variable dependiente (calidad del compost) podría tener una tendencia a cambiar con el paso del tiempo, la aplicación de la prueba fue simultánea a ambos grupos.

### 3.2. Ubicación Geográfica

El presente proyecto de investigación se realizó en el Rancho JB de propiedad del pH Jacobo Bucaram Ortiz, ubicada en el recinto Jaboncillo del Cantón Yaguachi, que se encuentra en el 13 Km de la vía Guayaquil

- Yaguachi de la provincia del Guayas. Está asentada a 15 m.s.n.m., su temperatura promedio es de 25°C y su precipitación promedio anual está entre 500 y 1000 mm.

### 3.3. Tratamientos en estudio

NOMBRE DEL TRATAMIENTO		DESCRIPCIÓN
T1	(100 cm de EM activado/100cm de melaza /20 litros de agua.	65% de estiércol de ganado bovino 20% de panca de arroz 15% de tamo de arroz
T2	150 cm de Em activado/150 cm de melaza / 20 litros de agua)	65% de estiércol de ganado bovino 20% de panca de arroz 15% de tamo de arroz
T3	250 cm de EM activado / 250 cm de melaza / 20 litros de agua)	65% de estiércol de ganado bovino 20% de panca de arroz 15% de tamo de arroz
T4	300 cm de EM activado / 300 cm de melaza / 20 litros de agua)	65% de estiércol de ganado bovino 20% de panca de arroz 15% de tamo de arroz
T5		65% de estiércol de ganado bovino 20% de panca de arroz 15% de tamo de arroz

**Tabla No. 1 Descripción de los tratamientos**

### 3.4. Población, Muestra y Muestreo

#### Población

Por ser un diseño experimental no es posible determinar una población definida.

#### Muestra

Las muestras que se utilizaron fueron extraídas del compost preparado previamente en el campo en los cinco tratamientos y sus tres repeticiones; tomando un kilo por muestra.

## Muestreo

El muestreo se realizó en forma aleatoria, para ello un determinado volumen de compost fue dividiéndose en cuartos hasta obtener la muestra representativa de un kilo.

### 3.5. Métodos, técnicas e Instrumentos de recolección de Datos

#### 3.5.1. Métodos

El método utilizado fue el método científico, definiéndolo como un conjunto de procedimientos seguidos en todo el proceso de investigación con la finalidad de verificar o refutar la hipótesis planteada. Específicamente fue el método experimental por que la variable independiente fue intencionalmente manipulada (concentración de microorganismos) para observar sus efectos en la variable dependiente (calidad del compost); todo este proceso fue bajo el control estricto de la investigación teniendo en cuenta que existía un grupo de control y un grupo experimental.

**Tabla No. 2.- Métodos**

<b>Métodos empleados</b>	
<b>pH (1:5)</b>	Suspensión y determinación potenciométrica.
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	Digestión Kjeldahl, destilación de NH <sub>3</sub> y determinación por titulación.
<b>P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup></b>	Determinación por método de digestión con persulfato ácido.
<b>Conductividad Eléctrica</b>	Extracto 1:5 y determinación por conductimetría.
<b>Materia orgánica</b>	Oxidación con dicromato en medio ácido y determinación colorimétrica del cromato reducido.
<b>K<sup>+</sup></b>	Método de Tetrafenilborato.

#### 3.5.2. Técnicas

La técnica empleada fue la observación en el campo durante la preparación de compost a fin de recolectar toda la información

primaria; paralelamente se realizaron análisis de laboratorio físico, químico y microbiológico, con la finalidad de determinar las características antes expuestas del compost.

### 3.5.3. Instrumentos

Para la presente investigación se utilizaron instrumentales de laboratorio y de campo, a saber.

- Estufa con regulador de temperatura ajustada  $135^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$
- Capsula de Aluminio o Vidrio de 50 Milímetros de diámetro y 20 milímetros, aproximadamente de profundidad.
- De Secador, con silica gel, aluminio activada
- Balanza analítica, sensible al 0.1 miligramos.
- Crisol de platino, de fondo blanco con diámetro de 35 milímetros y altura de 45 milímetros.
- Mufla, con regulador de temperatura, ajustada a  $600^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Insa para la capsula
- Horquetas y palgas
- Tijeras podadoras
- Regadera y manguera
- Termómetro
- Tamices
- Papel de ph
- Rastrillos
- Carretillas
- Medidor de ph
- Medidor de CE
- Medidor de Temperatura
- Estiércol de vacuna
- Residuos de cosecha
- Microorganismos eficaces – EM.1

### **3.6. Procesamiento y Análisis de Datos**

#### **3.6.1. Procesamiento de Datos**

Los resultados se presentaron mediante tablas y gráficos, verificando las características físicas, químicas y microbiológicas de los diferentes tratamientos en estudio como por ejemplo: Temperatura, humedad, pH, elementos químicos, entre otros.

#### **3.6.2. Análisis de datos**

El análisis de datos se realizó utilizando, la estadística, especialmente los promedios, así como gráficos porcentuales, con la finalidad de observar la variación de cada uno de los tratamientos y su asociación entre ellos.

## 4. RESULTADOS

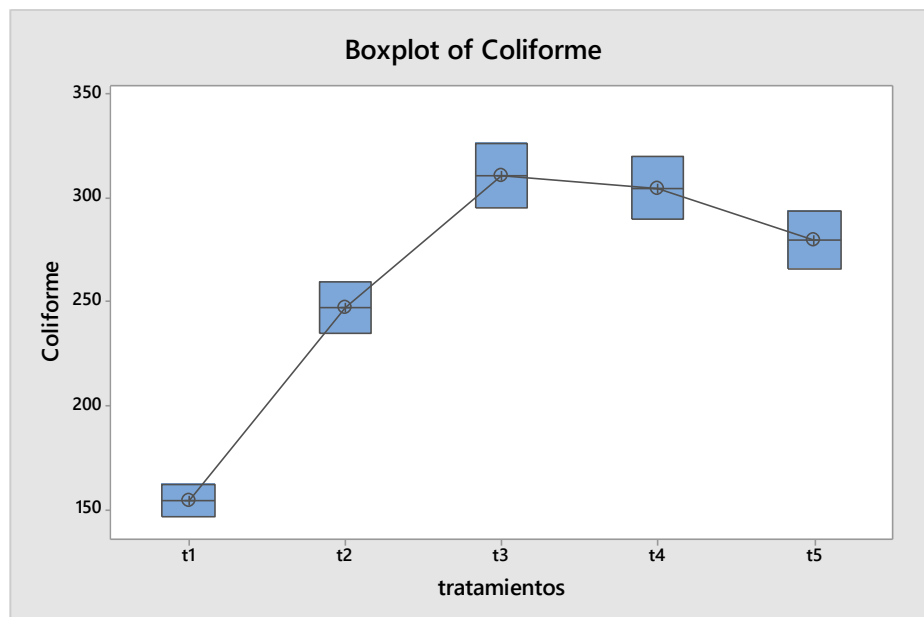
### 4.1. Determinación de los parámetros microbiológicos.

#### 4.1.1. Coliformes Totales.

En la presente investigación y tal como se puede observar en la Tabla N° 3 y el Gráfico N°. 1 para el tratamiento testigo  $t_1$  se obtuvo un promedio de 154 UFC; y para los tratamientos del grupo experimental los resultados fueron: para el tratamiento  $t_2$  se obtuvo un promedio del 247 UFC; para el tratamiento  $t_3$  se obtuvo un promedio de 311 UFC; para el tratamiento  $t_4$  se obtuvo un promedio de 305 UFC; y para el tratamiento  $t_5$  se obtuvo un promedio de 280 UFC.

La medición de la materia orgánica determinó diferencias significativas ( $p < .05$ ) entre los tratamientos y el testigo. Se marcan tres grupos entre los tratamientos. Los tratamientos 3, 4 y 5 no presentan diferencias estadísticas entre ellos. Los tratamientos 1 y 2 son estadísticamente diferentes al resto.

**Gráfico No. 1.-** Coliformes Totales.



**Tabla No. 3.-** Analysis de varianza Coliformes totales

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tratamientos	4	49288	1232	1,9	69,84
Error	10	1764	17	6,4	0,000
Total	14	51052			

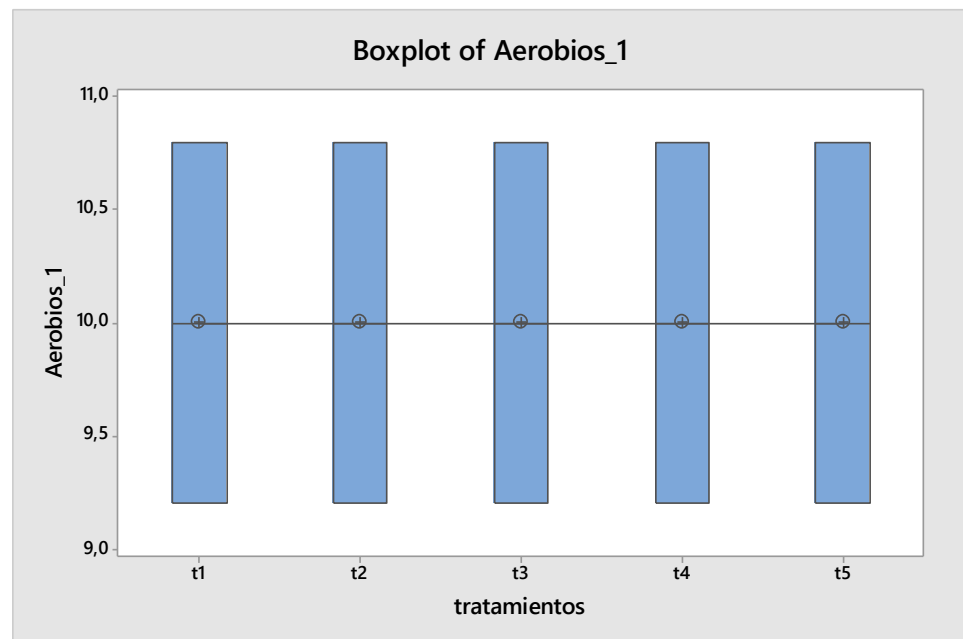
Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Tratamientos	N	Mean	Grouping
t3	3	311,00	A
t4	3	305,00	A
t5	3	280,00	A B
t2	3	247,00	B
t1	3	154,00	C

#### 4.1.2. Aerobicos Totales

En la presente investigación y tal como se puede observar en la Tabla N° 4 y el Gráfico N° 2 que todos los tratamiento tienen el mismo promedio de < 10.

La medición de los aeróbicos totales no determinó diferencias significativas ( $p > .05$ ) entre los tratamientos y el testigo.

**Gráfico No. 2.-** Aerobios

**Tabla No. 4.-** Analysis de varianza aerobios

Source	DF	Adj SS	Adj	F-Value	P-Value
Tratamientos	4	0,00000	0,000000	0,00	1,000
Error	10	6,40000	0,640000		
Total	14	6,40000			

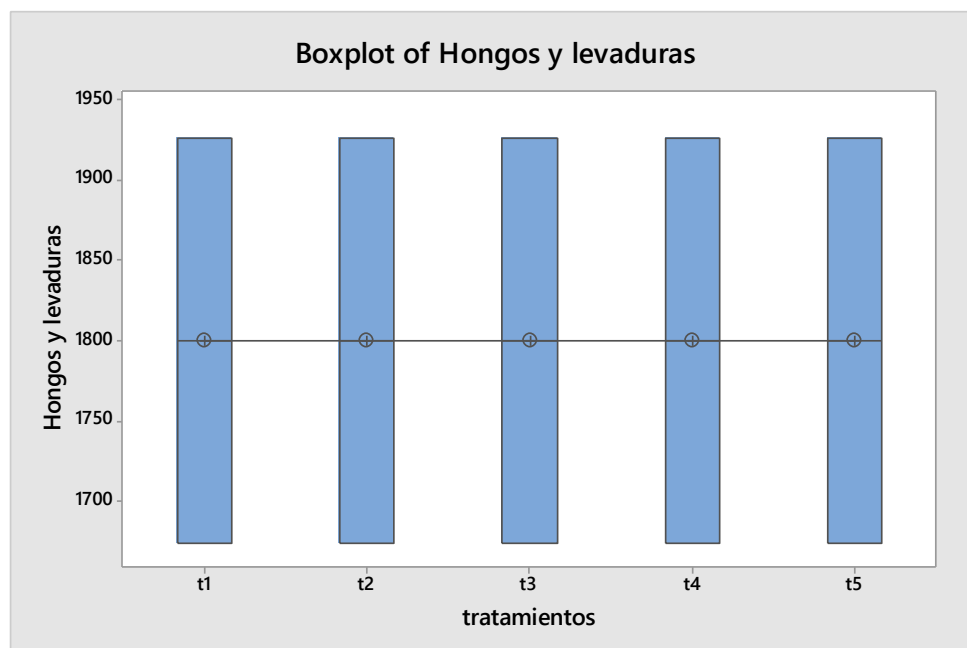
Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Tratamientos	N	Mean	Grouping
t5	3	10,000	A
t4	3	10,000	A
t3	3	10,000	A
t2	3	10,000	A
t1	3	10,000	A

#### 4.1.3. Hongos y levaduras

En la presente investigación y tal como se puede observar en la Tabla N° 5 y el Gráfico N° 3 que todos los tratamiento tienen el mismo promedio de 1800

La medición de los hongos y levaduras no determinó diferencias significativas ( $p > .05$ ) entre los tratamientos y el testigo.

**Gráfico No. 3.-** hongos y levaduras.

**Tabla No. 5.-** Análisis de varianza hongos y levaduras

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tratamientos	4	0	0,	0,00	1,000
Error	10	158760	15876,0		
Total	14	158760			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Tratamientos	N	Mean	Grouping
t5	3	1800,0	A
t4	3	1800,0	A
t3	3	1800,0	A
t2	3	1800,0	A
t1	3	1800,0	A

## 4.2 Evaluación de la Calidad Final del Compost Producido.

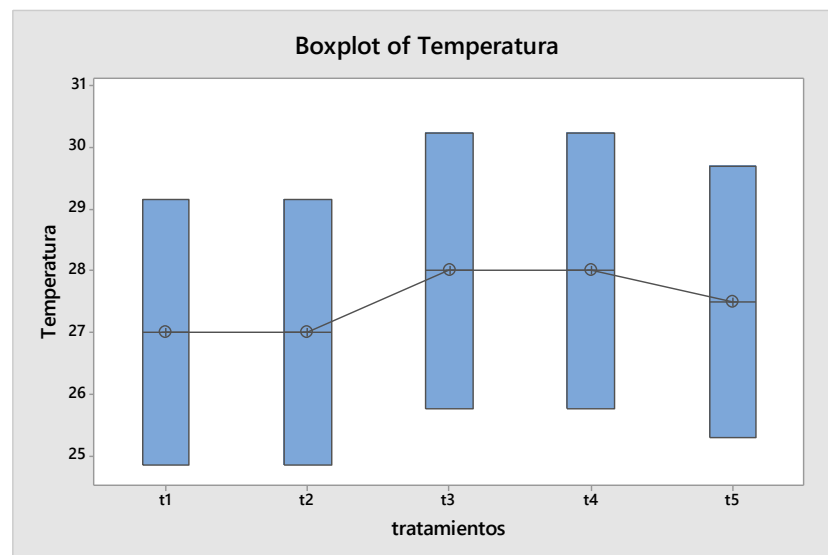
### 4.2.1 Aspectos Físicos.

#### Temperatura.

Los análisis se ejecutaron al final del proceso maduración del compost, se obtuvo para el testigo 27°C (t1) y para los tratamientos (t2), 27°C, (t3), 28°C; (t4), 28.5°C y (t5), 27.5°C.

En este resultado de temperatura se determinó que no existe diferencias significativas ( $p > .05$ ) entre los tratamientos y el testigo, tal como se puede apreciar en la Tabla N° 6 y el Gráfico N° 4.

Gráfico No. 4.- Temperatura



**Tabla N° 6.-** Análisis de varianza de Temperatura

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tratamientos	4	3,000	0,7500	0,15	0,956
Error	10	48,413	4,8413		
Total	14	51,413			

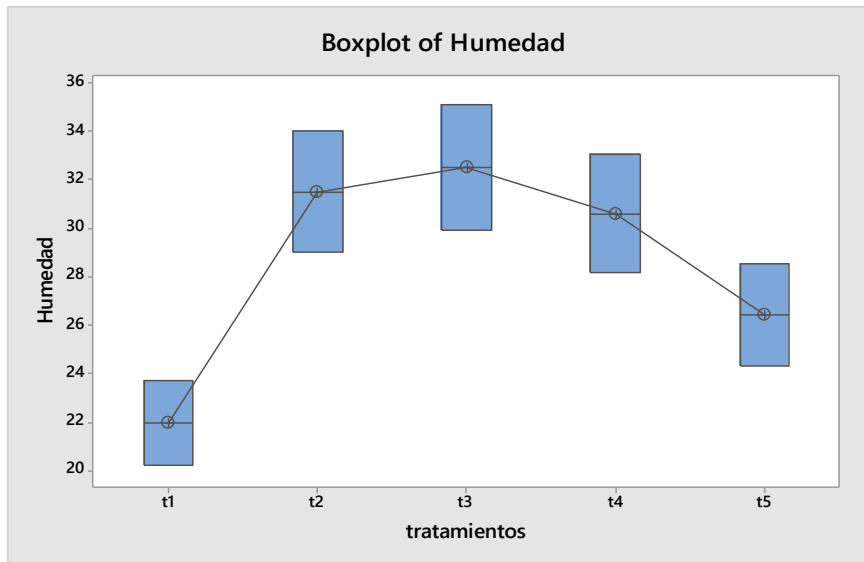
Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Tratamientos	N	Mean	Grouping
t4	3	28,00	A
t3	3	28,00	A
t5	3	27,50	A
t2	3	27,00	A
t1	3	27,00	A

### **Humedad.**

Como se puede observar en la Tabla N° 7 y el Gráfico N° 5 para el tratamiento testigo t1 se obtuvo un promedio de 21.94%; y para los tratamientos del grupo experimental los resultados fueron: para el tratamiento t2 se obtuvo un promedio del 32.50%, para el tratamiento t3 se obtuvo un promedio de 31.50%; para el tratamiento t4 se obtuvo un promedio de 30.59% y para el tratamiento t5 se obtuvo un promedio de 26.43%. La medición de la materia seca no determinó diferencias significativas ( $p > .05$ ) entre los tratamientos y el testigo.

El análisis de humedad se realizó al final del proceso de maduración del compost determinó diferencias significativas ( $p < .05$ ) entre los tratamientos y el testigo. De acuerdo al método de comparación de Tukey los tratamientos 2, 3 y 4 no presentaron diferencias estadísticas entre sí. Tal como se puede observar en la Tabla N° 4 y el Gráfico N° 2.

**Gráfico N° 5.- Humedad****Tabla N° 7.- Análisis de varianza de Humedad**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tratamientos	4	229,93	57,483	10,78	0,001
Error	10	53,30	5,330		
Total	14	283,23			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Tratamientos	N	Mean	Grouping
t3	3	32,50	A
t2	3	31,50	A
t4	3	30,59	A
t5	3	26,43	A B
t1	3	21,94	B

### Color

El color marrón oscuro, del compost obtenido define que el color del compost tiene un efecto inmediato, debido a su gran contenido en materia orgánica, sobre la macroestructura de los terrenos agrícolas, en especial cuando se trata de áreas áridas. Influye sobre el grosor de los poros, dando como consecuencia una mejora en la distribución de la humedad e intercambio de gases, aumenta la capacidad de retención hídrica, debido a la propiedad de las sustancias húmicas de retener agua, incrementa la retención de nutrientes por las plantas y los

elementos, traza en el suelo, debido a las propiedades de intercambio iónico de la materia orgánica, previene la erosión del suelo por la acción del humus en la creación de una mejor estructura del mismo (ROCA; 2012).

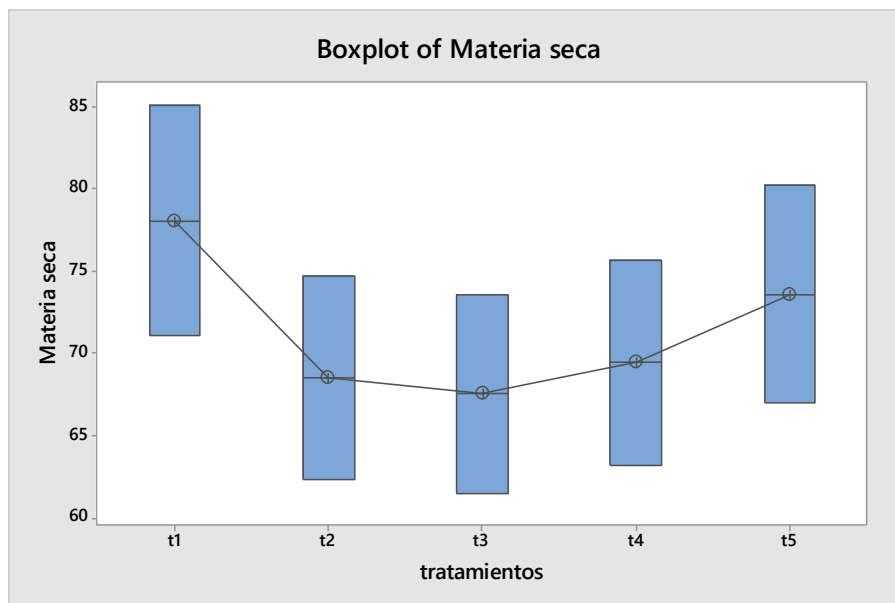
#### **4.2.2 Aspectos Químicos**

La acción nutriente de un compost se puede desarrollar a través de la presencia de nitrógeno (N), fósforo (P) y Potasio (K), en la presente investigación se analizó el N y el P, ya que el compost los suministra en porcentajes relativamente pequeños, pero muy equilibrados garantizando su valor agronómico.

La concentración de nitrógeno, al contrario de lo que sucede con otros macronutrientes como fósforo y potasio, no aumenta con el proceso, si no que disminuye en algunos casos. Una pequeña parte de él es inorgánico, encontrándose inicialmente en forma de amonio, va desapareciendo conforme avanza el proceso de compostaje, quedando al final de los mismos valores muy bajos. (Roca, 2012).

#### **Materia Seca**

Como se puede observar en la Tabla N° 8 y el Gráfico N° 6 para el tratamiento testigo t1 se obtuvo un promedio de 78.06%; y para los tratamientos del grupo experimental los resultados fueron: para el tratamiento t2 se obtuvo un promedio del 68.5%, para el tratamiento t3 se obtuvo un promedio de 67.5%; para el tratamiento t4 se obtuvo un promedio de 69.41% y para el tratamiento t5 se obtuvo un promedio de 73.57%. La medición de la materia seca no determinó diferencias significativas ( $p > .05$ ) entre los tratamientos y el testigo.

**Gráfico N° 6.- Materia Seca****Tabla N° 8.- Análisis de varianza de Materia Seca**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
tratamientos	4	229,9	57,48	1,39	0,306
Error	10	414,3	41,43		
Total	14	644,2			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

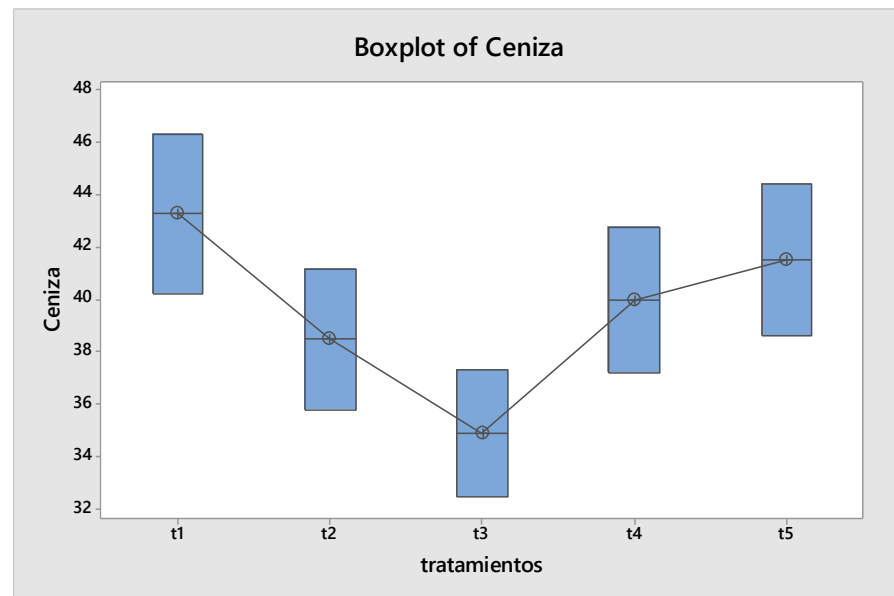
Tratamientos	N	Mean	Grouping
t1	3	78,06	A
t5	3	73,57	A
t4	3	69,41	A
t2	3	68,50	A
t3	3	67,50	A

## Ceniza

En la presente investigación y tal como se puede observar en la Tabla N° 9 y el Gráfico N° 7 para el tratamiento testigo t<sub>1</sub> se obtuvo un promedio de 43.27%; y para los tratamientos del grupo experimental los resultados fueron: para el tratamiento t<sub>2</sub> se obtuvo un promedio del 38.48%, para el tratamiento t<sub>3</sub> se obtuvo un promedio de 34.89%; para el tratamiento t<sub>4</sub> se obtuvo un promedio de 39.99% y para el tratamiento t<sub>5</sub> se obtuvo un promedio de 41.52%.

La medición de ceniza determinó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos y el testigo. Los tratamientos 1, 2 4 y 5 no presentan diferencias estadísticas entre sí; mientras que los tratamientos 2, 3 4 y 5 presentan la misma característica. En general, los tratamientos 2, 4 y 5 pueden ser considerados estadísticamente iguales en función del parámetro de ceniza.

**Gráfico N° 7.-** Ceniza



**Tabla N° 9.-** Análisis de varianza de Ceniza

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tratamientos	4	122,22	30,556	3,95	0,036
Error	10	77,36	7,736		
Total	14	199,58			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

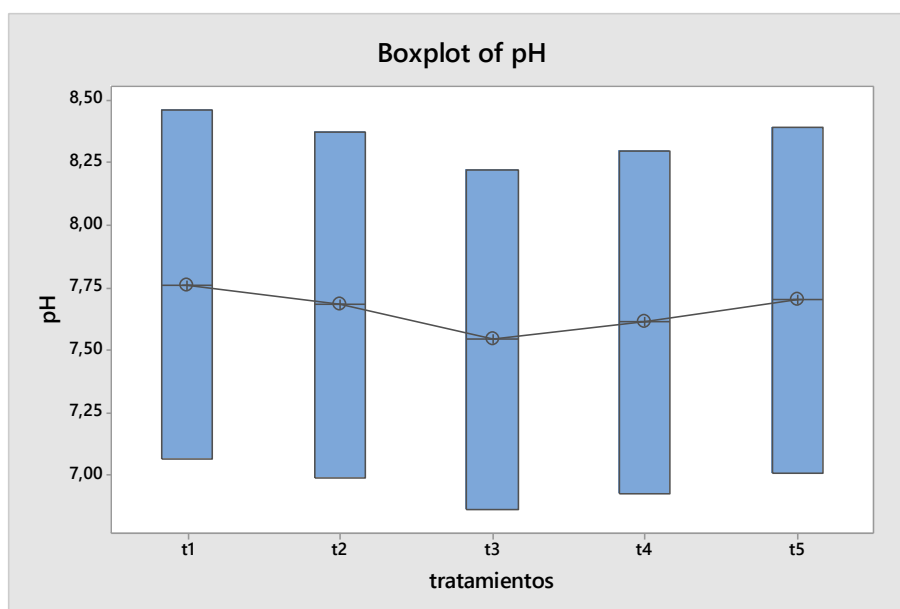
Tratamientos	N	Mean	Grouping
t1	3	43,27	A
t5	3	41,52	A B
t4	3	39,99	A B
t2	3	38,48	A B
t3	3	34,89	B

## pH.

Como se puede observar en la Tabla N° 10 y el Gráfico N° 8 para el tratamiento testigo t<sub>1</sub> se obtuvo un promedio de 7.76%; y para los tratamientos del grupo experimental los resultados fueron: para el tratamiento t<sub>2</sub> se obtuvo un promedio del 7.68%, para el tratamiento t<sub>3</sub> se obtuvo un promedio de 7.54%; para el tratamiento t<sub>4</sub> se obtuvo un promedio de 7.61% y para el tratamiento t<sub>5</sub> se obtuvo un promedio de 7.7%.

La medición del nivel de PH no determinó diferencias significativas ( $p > .05$ ) entre los tratamientos y el testigo.

**Gráfico N° 8.- pH.**



**Tabla N° 10.- Análisis de varianza de pH.**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tratamientos	4	0,08664	0,02166	0,05	0,995
Error	10	4,75071	0,47507		
Total	14	4,83735			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

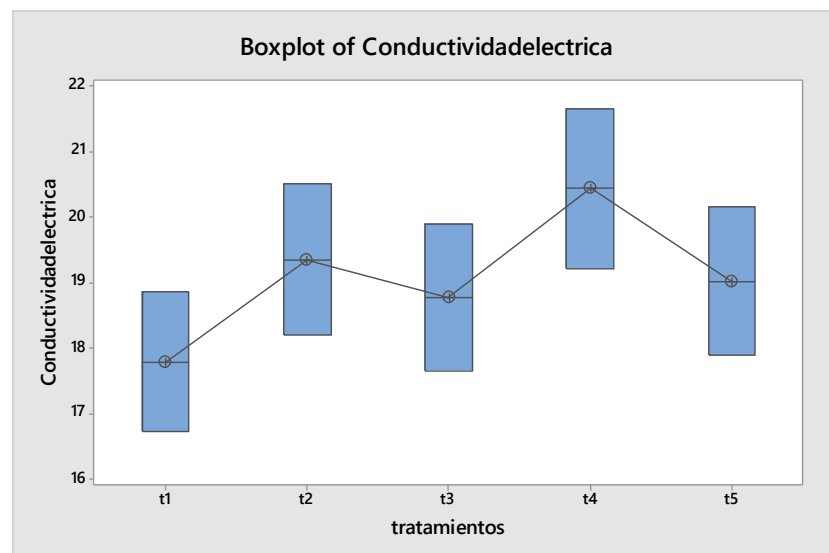
Tratamientos	N	Mean	Grouping
t1	3	7,760	A
t5	3	7,700	A
t2	3	7,680	A
t4	3	7,610	A
t3	3	7,540	A

## Conductividad Eléctrica

En la presente investigación y tal como se puede observar en la Tabla N° 11 y el Gráfico N° 9 para el tratamiento testigo t<sub>1</sub> se obtuvo un promedio de 17,78; y para los tratamientos del grupo experimental los resultados fueron: para el tratamiento t<sub>2</sub> se obtuvo un promedio del 19,35; para el tratamiento t<sub>3</sub> se obtuvo un promedio de 18,77; para el tratamiento t<sub>4</sub> se obtuvo un promedio de 20,44; y para el tratamiento t<sub>5</sub> se obtuvo un promedio de 19,02.

La medición de la conductividad eléctrica no determinó diferencias significativas ( $p > .05$ ) entre los tratamientos y el testigo.

**Gráfico N° 9.-** conductividad eléctrica



**Tabla N° 11.-** Análisis de varianza de conductividad eléctrica

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
<b>Tratamientos</b>	4	11,14	2,784	2,12	0,153
<b>Error</b>	10	13,12	1,312		
<b>Total</b>	14	24,26			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

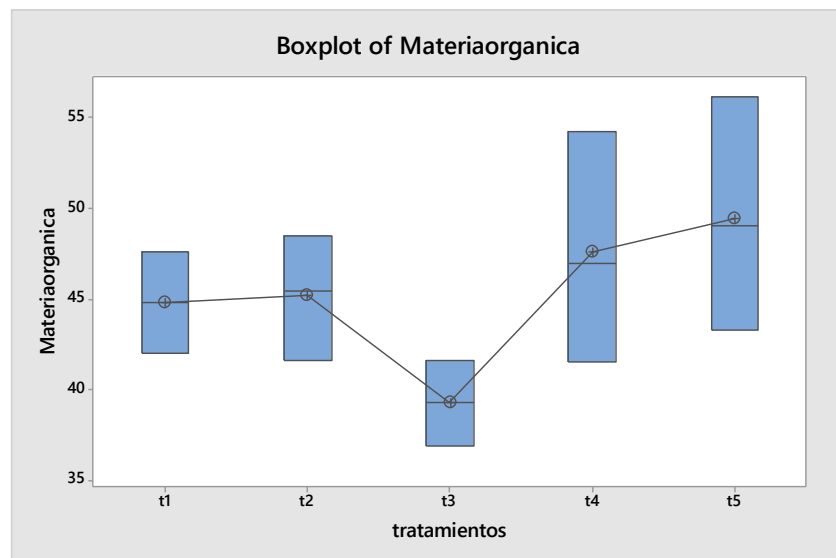
Tratamientos	N	Mean	Grouping
t4	3	20,440	A
t2	3	19,350	A
t5	3	19,020	A
t3	3	18,770	A
t1	3	17,780	A

## Materia Orgánica

Como se puede observar en la Tabla N° 12 y el Gráfico N° 10 para el tratamiento testigo  $t_1$  se obtuvo un promedio de 44.79; y para los tratamientos del grupo experimental los resultados fueron: para el tratamiento  $t_2$  se obtuvo un promedio del 45,15; para el tratamiento  $t_3$  se obtuvo un promedio de 39,22; para el tratamiento  $t_4$  se obtuvo un promedio de 47,56; y para el tratamiento  $t_5$  se obtuvo un promedio de 49,44.

La medición de la materia orgánica no determinó diferencias significativas ( $p > .05$ ) entre los tratamientos y el testigo.

**Gráfico N° 10.-** Materia orgánica



**Tabla N° 12.-** Análisis de varianza de Materia Orgánica

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tratamientos	4	178,5	44,63	2,07	0,160
Error	10	215,5	21,55		
Total	14	394,0			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

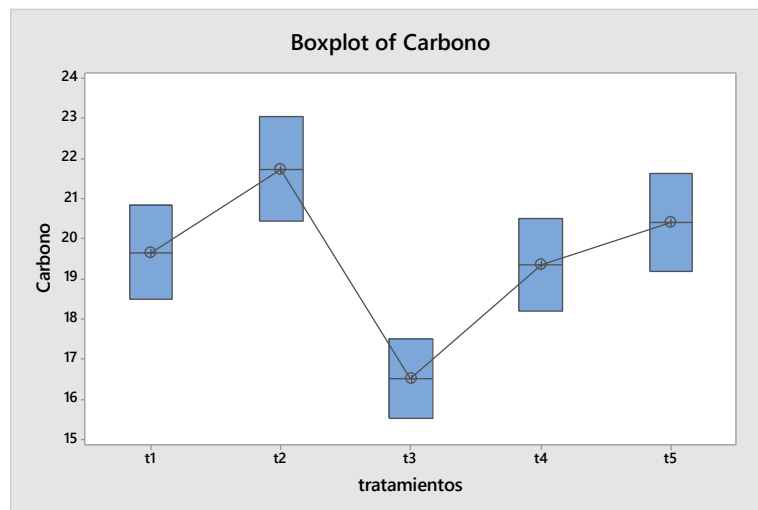
Tratamientos	N	Mean	Grouping
t5	3	49,44	A
t4	3	47,56	A
t2	3	45,15	A
t1	3	44,79	A
t3	3	39,22	A

## Carbono

Como se puede observar en la Tabla N° 13 y el Gráfico N° 11 para el tratamiento testigo  $t_1$  se obtuvo un promedio de 19,66; y para los tratamientos del grupo experimental los resultados fueron: para el tratamiento  $t_2$  se obtuvo un promedio del 21.74; para el tratamiento  $t_3$  se obtuvo un promedio de 16,51; para el tratamiento  $t_4$  se obtuvo un promedio de 19,34; y para el tratamiento  $t_5$  se obtuvo un promedio de 20,40.

La medición del carbono determinó diferencias significativas ( $p < .05$ ) entre los tratamientos de dosificación y el testigo. Se marcaron dos grupos entre los tratamientos. El tratamiento 1 y 4 no presentan diferencias estadísticas entre sí.

**Gráfico N° 11.- Carbono**



**Tabla N° 13.- Análisis de varianza de CARBONO**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
tratamientos	4	44,46	11,114	8,03	0,004
Error	10	13,84	1,384		
Total	14	58,29			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

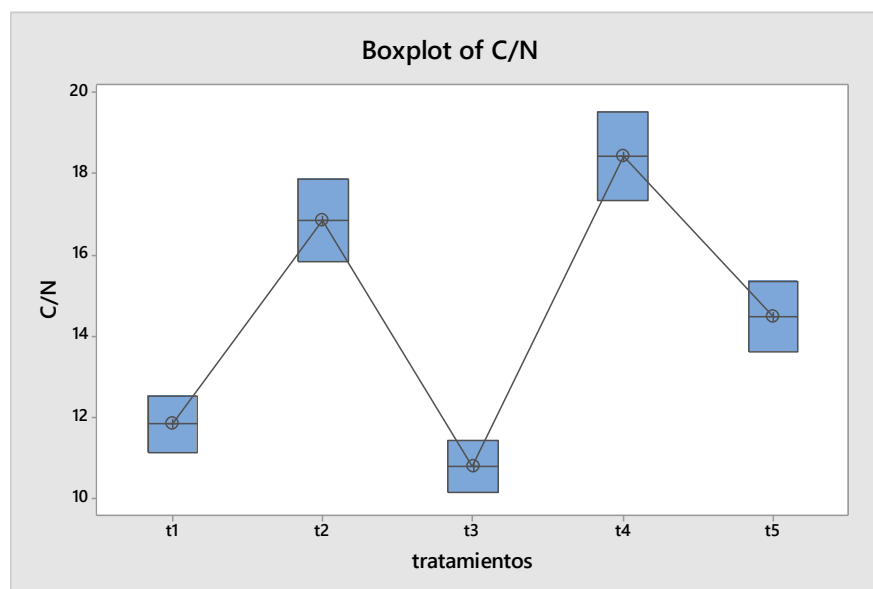
tratamientos	N	Mean	Grouping
t2	3	21,738	A
t5	3	20,400	A
t1	3	19,660	A B
t4	3	19,338	A B
t3	3	16,508	B

## Carbono / Nitrógeno

Como se puede observar en la Tabla N° 14 y el Gráfico N° 12 para el tratamiento testigo  $t_1$  se obtuvo un promedio de 11,82; y para los tratamientos del grupo experimental los resultados fueron: para el tratamiento  $t_2$  se obtuvo un promedio del 16,85, para el tratamiento  $t_3$  se obtuvo un promedio de 10,79; para el tratamiento  $t_4$  se obtuvo un promedio de 18,42; y para el tratamiento  $t_5$  se obtuvo un promedio de 14,47.

La medición de la relación carbono-nitrógeno determinó diferencias significativas ( $p < .05$ ) entre los tratamientos y el testigo. El tratamiento 5 fue estadísticamente diferente al resto y existieron parejas que presentaron comportamientos similares.

### Gráfico N° 9.- C/N



**Tabla N° 14.-** Análisis de varianza de C/N

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tratamientos	4	125,495	31,3739	40,02	0,000
Error	10	7,839	0,7839		
Total	14	133,334			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

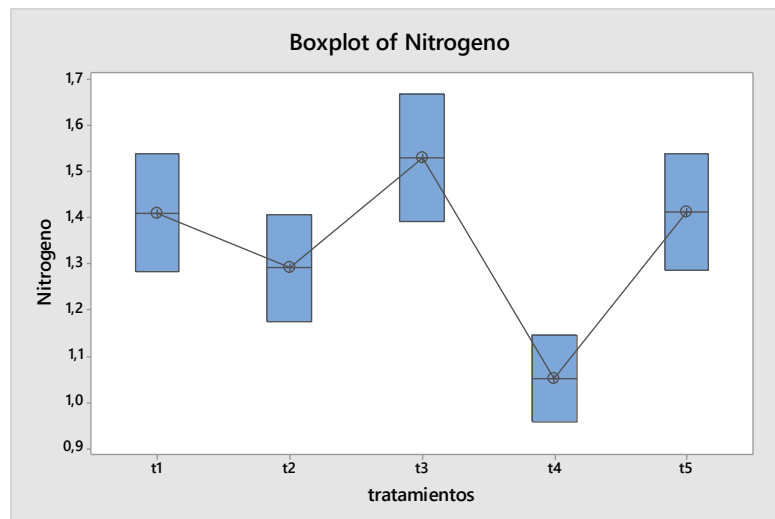
Tratamientos	N	Mean	Grouping
t4	3	18,420	A
t2	3	16,850	A
t5	3	14,470	B
t1	3	11,820	C
t3	3	10,790	C

## Nitrógeno

En la presente investigación y tal como se puede observar en la Tabla N° 15 y el Gráfico N° 13 para el tratamiento testigo  $t_1$  se obtuvo un promedio de 1,41%; y para los tratamientos del grupo experimental los resultados fueron: para el tratamiento  $t_2$  se obtuvo un promedio del 1,29%; para el tratamiento  $t_3$  se obtuvo un promedio de 1,53%; para el tratamiento  $t_4$  se obtuvo un promedio de 1,05%; y para el tratamiento  $t_5$  se obtuvo un promedio de 1,411%.

La medición del nitrógeno determinó diferencias significativas ( $p < .05$ ) entre los tratamientos y el testigo. Se marcaron dos grupos entre los tratamientos. Los tratamientos 1, 2, 3 y 5 no presentan diferencias significativas entre sí; mientras que los tratamientos 2 y 4 tampoco presentan diferencias estadísticas entre sí.

**Gráfico No. 13.- Nitrógeno**



**Tabla N° 15.- Análisis de varianza de Nitrógeno**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Tratamientos	4	0,3979	0,09947	6,76	0,007
Error	10	0,1472	0,01472		
Total	14	0,5451			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

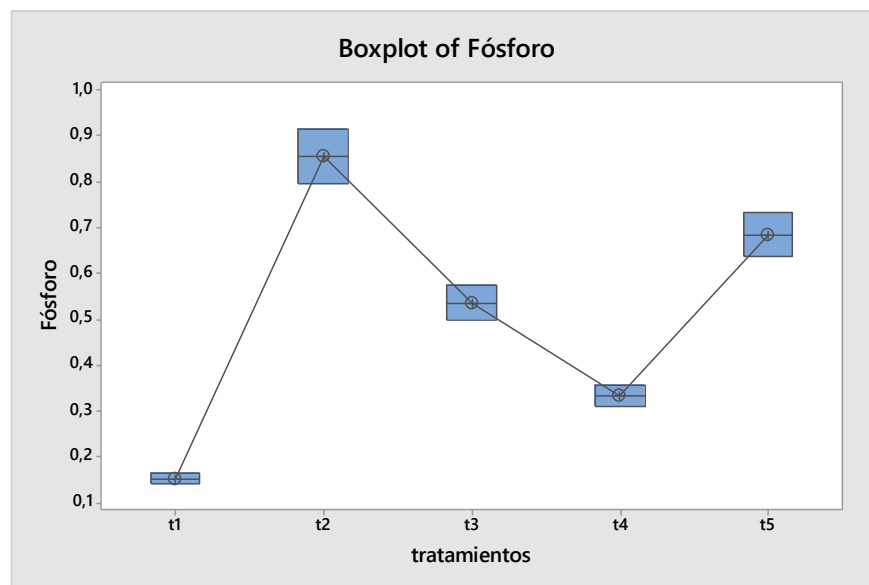
Tratamientos	N	Mean	Grouping
t3	3	1,5300	A
t5	3	1,4110	A
t1	3	1,4100	A
t2	3	1,2900	A B
t4	3	1,0500	B

## Fósforo

En la presente investigación y tal como se puede observar en la Tabla N°14 y el Gráfico N° 16 para el tratamiento testigo t<sub>1</sub> se obtuvo un promedio de 3,04; y para los tratamientos del grupo experimental los resultados fueron: para el tratamiento t<sub>2</sub> se obtuvo un promedio del 17,13; para el tratamiento t<sub>3</sub> se obtuvo un promedio de 10,73; para el tratamiento t<sub>4</sub> se obtuvo un promedio de 6,63; y para el tratamiento t<sub>5</sub> se obtuvo un promedio de 13,71

La medición del fósforo determinó que los cinco tratamientos son estadísticamente diferentes ( $p < .05$ ).

**Gráfico No. 14.- Fósforo**



**Tabla N° 16.- Análisis de varianza de Fósforo**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
tratamientos	4	0,93469	0,233672	146,79	0,000
Error	10	0,01592	0,001592		
Total	14	0,95061			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Tratamientos	N	Mean	Grouping
t2	3	0,8565	A
t5	3	0,6855	B
t3	3	0,5365	C
t4	3	0,3315	D
t1	3	0,15200	E

## Potasio

En la presente investigación y tal como se puede observar en la Tabla N° 17 y el Gráfico N° 15 para el tratamiento testigo t<sub>1</sub> se obtuvo un promedio de 0,1875 ppm; y para los tratamientos del grupo experimental los resultados fueron: para el tratamiento t<sub>2</sub> se obtuvo un promedio del 0,1750 ppm; para el tratamiento t<sub>3</sub> se obtuvo un promedio de 0,2375 ppm; para el tratamiento t<sub>4</sub> se obtuvo un promedio de 0,1378 ppm; y para el tratamiento t<sub>5</sub> se obtuvo un promedio de 0,2000 ppm

La medición del potasio determinó diferencias significativas ( $p < .05$ ) entre los tratamientos y el testigo. Se marcaron tres grupos diferenciados. El testigo junto con los tratamientos 2 y 5 no presentan diferencias significativas.

### Gráfico No. 15.- Potasio

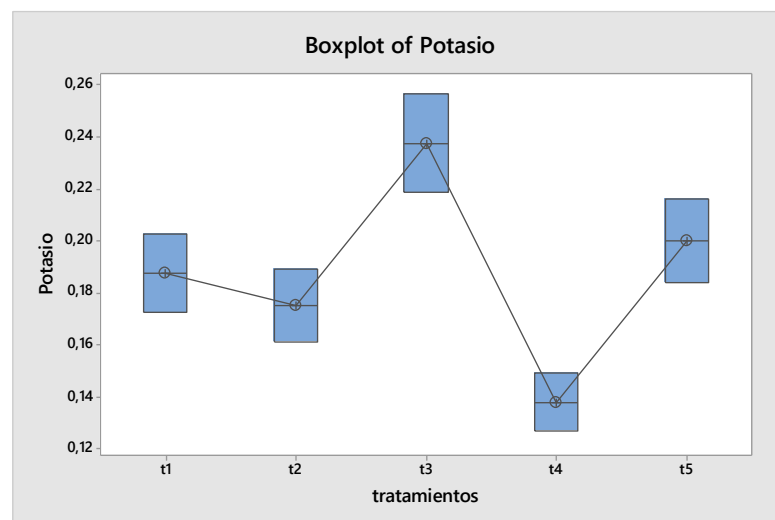


Tabla N° 17.- Análisis de varianza de Potasio

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
tratamientos	4	0,015848	0,003962	17,08	0,000
Error	10	0,002319	0,000232		
Total	14	0,018167			

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Tratamientos	N	Mean	Grouping
t3	3	0,2375	A
t5	3	0,20000	A B
t1	3	0,18750	B
t2	3	0,17500	B C
t4	3	0,13780	C

#### **4.3 Grado de asociación entre la concentración de microorganismos eficaces y la calidad del compost**

Los análisis microbiológicos demostraron presencia de coliformes totales, aeróbicos totales, hongos y levaduras. En lo referente a los análisis físicos y químicos del compostaje evidenciarán que los parámetros se ajustan a un compost de buena calidad.

Se determinó la relación existente entre los microorganismos eficientes y la calidad del compost, debido a que la presencia de los microorganismos eficientes ayudan a la transformación de la materia orgánica en inorgánica y por ende que el compost sea de fácil asimilación para la plantas.

La utilización de compost tiene las siguientes bondades:

- Mejoramiento de la textura de los suelos
- Fertilización orgánica
- Maneja integrado de plagas
- Incremento de la producción
- Producción sana y sustentable
- Protección de la salud, ceden alimentaria y medio ambiente.

## 5. DISCUSIÓN

En este proyecto de investigación en cuanto a los tipos de microorganismos se puede indicar que el número de colonias de coliformes totales si presentaron diferencia estadística entre los tratamientos, que son consideradas como perjudiciales para la microfauna de las plantas se presentaron en bajas unidades formadoras de colonias, en cuanto a Areobios totales entre los tratamientos no se determinó una diferencia estadística significativa. Y en hongos y levaduras tampoco se determinó diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio para lo cual podemos indicar que el compost tiene buenas cualidades y un medio contenido de microorganismos que son un beneficio para el suelo y las plantas, tal como lo indica (FAO 2013), que los patógenos entéricos se destruyen cuanto los recuentos se encuentran por debajo de 1.000 ufc por gramo de peso seco del compost

Los resultados en cuanto a la calidad del compost la humedad nos dieron un promedio de 28.7 °C de temperatura, humedad importante para mantener la actividad microbiana como lo confirma (Bastan, Basol, & Solarsom, 2015) y además es similar a lo que indica la FAO (2013) dentro de los parámetros del compostaje donde la humedad es ideal para la supervivencia de los microorganismos. La temperatura y pH de nuestros resultados es similar a las investigaciones publicadas por la FAO (2013), donde publican los valores óptimos para los compost, no así la conductividad eléctrica que nuestros valores fueron diferentes. En cuanto a materia orgánica, carbono, Nitrógeno, Fósforo, concuerdan con los datos publicados FAO (2013) y Álvarez (2002),

En la concentración de microorganismos versus la calidad de compost se puede deducir que la cantidad de microorganismos existentes están en relación a los contenidos de humedad, pH, como se indica en los parámetros del compostaje según la (FAO 2013), que indica que estas dan las mejores características de un buen compost.

## 6. Conclusiones

1. Los tipos de microorganismos eficaces usados en la presente investigación fue el EM.1, EM (Microorganismos Eficaces), es una combinación de varios microorganismos eficaces. Esta tecnología EM fue desarrollada por Terugo Higa, PhD, Profesor de Horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa – Japón, a comienzos de los años 60.
2. La calidad del compost se determinó por la vía de medir el conjunto de propiedades obtenidas en el laboratorio, así por ejemplo: Físicas (Color), el color total del compost es oscura, lo que garantiza que al ponerlo en contacto con el suelo habrá una alta actividad microbiana; propiedades físicas (Temperatura, Humedad). Para la temperatura el mejor tratamiento fue el tratamiento t<sub>4</sub> para una temperatura 28.5°C y una concentración de microorganismo eficaces de t<sub>4</sub> (200Cm<sup>3</sup>/20 Litros de agua de EM.1 + 200Cm<sup>3</sup> de Melaza); para la humedad el mejor tratamiento fue el t<sub>3</sub> para un valor de 32.5%, para una concentración de microorganismos eficaces de t<sub>3</sub> (150Cm<sup>3</sup>/20 Litros de agua de EM.1 + 200Cm<sup>3</sup> de Melaza); para la materia seca el mejor tratamiento fue el t<sub>5</sub> con un valor de 73.53% y para una concentración de microorganismos eficaces de t<sub>5</sub> (300Cm<sup>3</sup>/20 Litros de agua de EM.1 + 200Cm<sup>3</sup> de Melaza), y para el porcentaje de ceniza el mejor tratamiento fue el t<sub>5</sub> para un valor de 41.52% y para una concentración de microorganismos eficaces de t<sub>5</sub> (300Cm<sup>3</sup>/20 Litros de agua de EM.1 + 200Cm<sup>3</sup> de Melaza), para las propiedades químicas (Conductividad Eléctrica, pH). Y para las características biológicas (materia orgánica, bacterias).

## **7. RECOMENDACIONES**

- 1.** Ejecutar la presente investigación con mediciones de parámetros físicos, químicos y biológicos en toda las etapas de la producción del compost, o sea desde el inicio hasta la maduración final.
- 2.** Los tratamientos de calidad del compost deben ser probados en campos definitivos mediante la producción de algún cultivo y bajo el método experimental puro.
- 3.** Se debe probar con otras concentraciones de microorganismos eficaces así como se debe probar con otras fuentes de materia orgánica para la composición del compost, como por ejemplo estiércol de caprinos, residuos vegetales y residuos urbanos; con la finalidad de contribuir al cuidado del medio ambiente.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alimentación Sana. (2012). *¿Qué son aminoácidos?* Recuperado el 19 de mayo de 2016, de <http://www.alimentacion-sana.org/informaciones/novedades/aminoacidos.htm>
- Alvarez, J. (2012). *Manual de Compostaje para agricultura ecológica*. España: Junta de Andalucía.
- Atlas and Bartha. (2002). *Ecología microbiana y Microbiología Ambiental*. Madrid España: Pearson Education S.A.
- Bastan, Basol, & Solarsom. (mayo de 2015). *GUIA DE COMPOSTAJE UTILIZANDO EL SISTEMA DE VASO INDUSTRIAL*. Recuperado el 2016, de [http://www.solarsom.es/sites/default/files/guia\\_de\\_compostaje.pdf](http://www.solarsom.es/sites/default/files/guia_de_compostaje.pdf)
- Benalcazar, Duran Y Lemus. (1994). Especies Forrajes Tropicales de Interés para Posturas en suelos Ácidos de Colombia. *CIAT*, 134-139.
- Bernal. (1994). Pastos y Forrajes Topicales. *Banco Ganadero*, 365-367.
- Betts. (2007). *Compostaje*. [www.usda.com/compostaje.pdf](http://www.usda.com/compostaje.pdf): consultado Nov. 2012.
- Biodiversidad mexicana. (2012). *Biodiversidad*. Recuperado el 19 de mayo de 2016, de [http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que\\_es.html](http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es.html)
- Bollen. (1993). *Factors Involved Inactivation of Plants Pathogens During Composting of Crop Residues*. Maharashtra India: Rebaslssance Publication.
- Bunning and Jimenez . (2003). SOIL INDICATORS AND ASSEEMMENT OF SOIL BIODIVERSITY/ SOIL ECOSYSTEM. *OECD*, 25-28.
- Cáceres, R. (2002). *Compostaje del estiércol de bovino y aprovechamiento del copost en la formulación de sustratos para el cultivo en contenedor de especies arbustivas*. Lerida: Universidad Lleida.
- California Department of Pesticide Regulation. (6 de junio de 2013). *¿Qué es un Pesticida?* Recuperado el 19 de mayo de 2016, de <http://www.cdpr.ca.gov/docs/dept/factshts/spanish/what-s.pdf>
- Castellanos, Marquez, Salinas, Santelises. (1996). EFECTO A LARGO PLAZO DE LA PLIACACION DE ESTIERCOL DE GANADO LECHERO SOBRE EL RENDIMIENTO DE FORRAJES Y LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE UNA REGION ARIDA IRRIGADA DEL NORTE DE MEXICO. *REVISTA TERRA*, 155 - 188.
- Cempre Uruguay. (2013). *Compostaje*. Recuperado el 19 de mayo de 2016, de

[http://www.cempre.org.uy/index.php?option=com\\_content&view=article&id=80&Itemid=98](http://www.cempre.org.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=80&Itemid=98)

Centro Salvadoreño Tecnología Apropiable CESTA. (s.f.). *Amigos de la tierra*. Recuperado el 11 de 07 de 2012, de <http://www.amigosdelatierra.com/compotajedomestico/pdf>.

*Compostandociencia*. (19 de Mayo de 2016).

Compostandociencia. (19 de mayo de 2016). *Compost*. Obtenido de [www.compostandociencia.com](http://www.compostandociencia.com)

Consumer. (2004). *Para que sirve un abono*. consultado Enero 2013: [www.consumer.es/es/bricolage.htm](http://www.consumer.es/es/bricolage.htm).

COOKE. (1985). *FERTILIZANTES Y SUS USOS*. MEXICO: EDITORIAL CONTINENTAL.

Cruz Reyes, A., & Camargo-Camargo, B. (2001). *Glosario de términos en parasitología y ciencias afines*. México: Plaza y Valdez S.A.

*Definicion ABC*. (19 de mayo de 2016). Obtenido de <http://www.definicionabc.com/salud/microorganismos.php>

Definicion ABC. (19 de mayo de 2016). *Definición microorganismos*. Obtenido de <http://www.definicionabc.com/salud/microorganismos.php>

DEFINICIÓN ABC. (2016). *Fertilidad*. Obtenido de <http://www.definicionabc.com/general/fertilidad.php>

Definicion De. (19 de mayo de 2016). *Definición Concentración*. Obtenido de <http://definicion.de/concentracion/>

Definicion De. (19 de mayo de 2016). *Eficacia*. Obtenido de <http://definicion.de/eficacia/>

*Definicion.de*. (19 de mayo de 2016). Obtenido de <http://definicion.de/eficacia/>

Delgado, L., Hernández, A., Molina, r., Portilla, S., Rafaelano, J., & Rivas, A. (2008). *Elaboración de abonos orgánicos utilizando desechos orgánicos de los cafetines de la Universidad de El Salvador*. El Salvador: Universidad de El Salvador.

Ecured. (19 de mayo de 2016). *Abonos Orgánicos*. Obtenido de [http://www.ecured.cu/Abono\\_org%C3%A1nico](http://www.ecured.cu/Abono_org%C3%A1nico)

El Jardín en casa. (27 de noviembre de 2013). *Vermicompost*. Recuperado el 19 de mayo de 2016, de <http://eljardinencasa.com/permacultura/vermicompost/>

FAO. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina*. FAO, 31.

- Fernández Jacob, M. D. (2012). Estudio de la celulolisis por actinomicetos. *Tesis*. Madrid, España, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Fernandez, Gomez, Estrada. (2004). Compost Legislation; Sanitation VS. Biological Quality. *Soiland Compost Eco Biology* (pág. 16 p). Madrid-Spain: International Conference.
- Ferrer Francesch, X. (2013). *Las levaduras*. Recuperado el 19 de mayo de 2016, de <http://www.cuinant.com/elllevat1.htm>
- Fertilab. (2013). *La capacidad de INtercambio Catiónico del Suelo*. Recuperado el 19 de mayo de 2016, de <http://www.fertilab.com.mx/Sitio/Vista/Capacidad-de-Intercambio-Cationico-del-Suelo.php>
- Gil, S. (2006). *Engorde intensivo, elementos que intervienen y posibles impactos en el medio ambiente. Producción Bovina*. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Glynn, H., & Heinke, G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México: Pearson Educación.
- GobiernodeEspaña. (2013). *Manual de compostaje*. Recuperado el 2016, de magrama: [http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/manual\\_de\\_compostaje\\_2011\\_paginas\\_1-24\\_tcm7-181450.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/manual_de_compostaje_2011_paginas_1-24_tcm7-181450.pdf)
- Gómez, J. (2002). *Producción de abonos orgánicos de buena calidad*. Bogotá DC: PRODUMEDIOS.
- Gómez, Y. T. (2004). Microorganismos presentes en el compost. Importancia de su control sanitario. Laboratorio de Microbiología de Aguas, Vicedirección Salud Ambiental. Instituto.
- Gong, C. M. (2007). Microbial safety control of compost material with cow dung by heat treatment. *Journal of Environmental Sciences.*, 19 (8): 1014-9.
- Guerra Gómez, J. (2008). *Efectos de Biofertilizantes y Abonos Orgánicos en la Producción de Fresa*. Michoacan.
- Guiroy, P. (2011). *Biodegradación: Qué es y como la podemos utilizar*. Recuperado el 19 de mayo de 2016, de <http://www.biomanantial.com/biodegradacion-que-como-podemos-utilizar-a-2280-es.html>
- Henriquez, Calbaceta,. (1992). *Gui Práctica para el estudio introductorio de los Suelos con un enfoque agrícola*. Mexico: Asociación Costarricense de la Ciencia de los Suelos.
- Hoitink. (2001). *Control Biológico en Comunidades Microbianas del suelo*. Costa Rica: HADA.

- Hydro Environment. (2013). *¿Qué es un fertilizante?* Recuperado el 19 de mayo de 2016, de [http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=249](http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=249)
- INECC. (3 de julio de 2013). *¿Qué es Biodiversidad?* Recuperado el 19 de mayo de 2016, de <http://www.inecc.gob.mx/con-eco-biodiversidad>
- Infoagro. (29 de mayo de 2016). *Diccionario Agrícola: Nitrificación*. Obtenido de [http://www.infoagro.com/diccionario\\_agricola/traducir.asp?i=1&id=337](http://www.infoagro.com/diccionario_agricola/traducir.asp?i=1&id=337)
- Infojardin. (2007). *Tipo de Abono*. consultado Dic 2012: [www.Articulos.Infojardin.com/tiposdeabonos.htm](http://www.Articulos.Infojardin.com/tiposdeabonos.htm).
- LARA. (2008). *Forrajes Tropicales " Echinochloapolystachaya"*. [forrajestropicales201.clogspot.com](http://forrajestropicales201.clogspot.com).
- María Ester Cariello, L. C., & González, J. (2007). INOCULANTE DE MICROORGANISMOS ENDÓGENOS. *INOCULANTE DE MICROORGANISMOS ENDÓGENOS*.
- Martínez, P. (2002). *Censo Agropecuario*. Ecuador: Servicio de Información de Censo Agropecuario SICA.
- Mora, J. R. (2006). La actividad Microbiana: Un indicador integral de la calidad del suelo. *Revista Luna Azul*.
- Moreno , J., & Moral, R. (2008). *Compostaje*. Madrid: Ediciones mundi Prensa.
- Morocho, M. (2012). *Alternativas de manejo para reducir el impacto de contaminación de las excretas bovinas en los establos lecheros*. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Mundo Pecuario. (19 de mayo de 2016). *Qué es un Purin y como se usa*. Obtenido de [http://mundo-pecuario.com/tema189/tutoriales\\_agropecuarios/purines-1120.html](http://mundo-pecuario.com/tema189/tutoriales_agropecuarios/purines-1120.html)
- Núñez Solís, J. (1998). *Fundamentos de Edafología*. San José, Costa Rica: Editorial EUNED.
- Nutrinotas´s. (25 de abril de 2010). *¿Qué son los nutimentos?* Recuperado el 19 de mayo de 2016, de <https://nutrinotas.wordpress.com/2010/04/25/%C2%BFque-son-los-nutimentos/>
- Oldeman. (1992). The Global extent of soil degradation . *Soil Resilience and Sustainable*, 99-118.
- Osorio. (2005). *Volvamos al campo*. Bogota- Colombia: Editorial grupo Latino.

- PAUL, C. (1989). *SOIL MICROBIOLOGY ANDE BIOCHEMESTRY*. CALIFORNIA: ACADEMIC PRESS.
- Paul, E. A. (81). Clark FE 1996. (1996). *Soil Microbiologyand Biochemestry*. California: Academic press.
- Peters, Franco, Schmidt, Hincapie. (2003). *Cuidar la T (t)ierra, Políticas Agrarias y alimentarias Sostenibles para entrar en el siglo XXI*. España: Icaria.
- Pino, F. (2012). *La ciencia de un proceso de descomposición*. Recuperado el 19 de mayo de 2016, de <http://www.batanga.com/curiosidades/3917/la-ciencia-de-un-proceso-de-descomposicion>
- Restrepo, J. (1997). *Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de agircultores en Centro américa y Brasil*. México.
- Riechmann j. (2003). *Cuidar la Tierra*. Barcelona- España: Icaria Editorial S.A.
- Rovesti, L. (2003). *Manuel Practico de Lombricultura*.
- Salazar, vazquez, Rivera, . (2002). *Manejo y biodegradacion del estiércol bovino en la Comarca Lagunera* . Juarez: SAS .
- Seminis. (13 de noviembre de 2015). *¿Qué son los fitopatógenos?* Recuperado el 19 de mayo de 2016, de <http://www.seminis.mx/blog-que-son-los-fitopatogenos/>
- Significados. (19 de mayo de 2016). Obtenido de <http://www.significados.com/calidad/>
- Significados. (19 de mayo de 2016). *Calidad*. Obtenido de <http://www.significados.com/calidad/>
- Sotelo, A. G. (1995). *Aplicación y efecto residual del estiércol en la producción y calidad de Buffel (Cenchrusciliaris c.v. Texas-4464) en el trópico seco*. Texas: Universidad de Colima.
- Soto. (2001). *Abono orgánico: producción y usos de compost*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Suquilanda, M. B. (2007). *Los Agentes Microbiología en la Agricultura Orgánica. Agronegocios*.
- Taibo Cortiñas, A., Taobada Iglesias, A., Villariño Castro, F., Ares Rey, F., Ben García, I., Clermont, J., & Vilar Fernández, M. (2009 de diciembre de 2015). *Gestión de Residuos orgánicos. Proyecto*. España: Universidad de la Coruña.
- TÉCNICO AGRÍCOLA. (16 de abril de 2013). *Abonos orgánicos y enmiendas orgánicas*. Recuperado el 19 de mayo de 2016, de

<http://www.tecnicoagricola.es/abonos-organicos-y-enmiendas-organicas/>

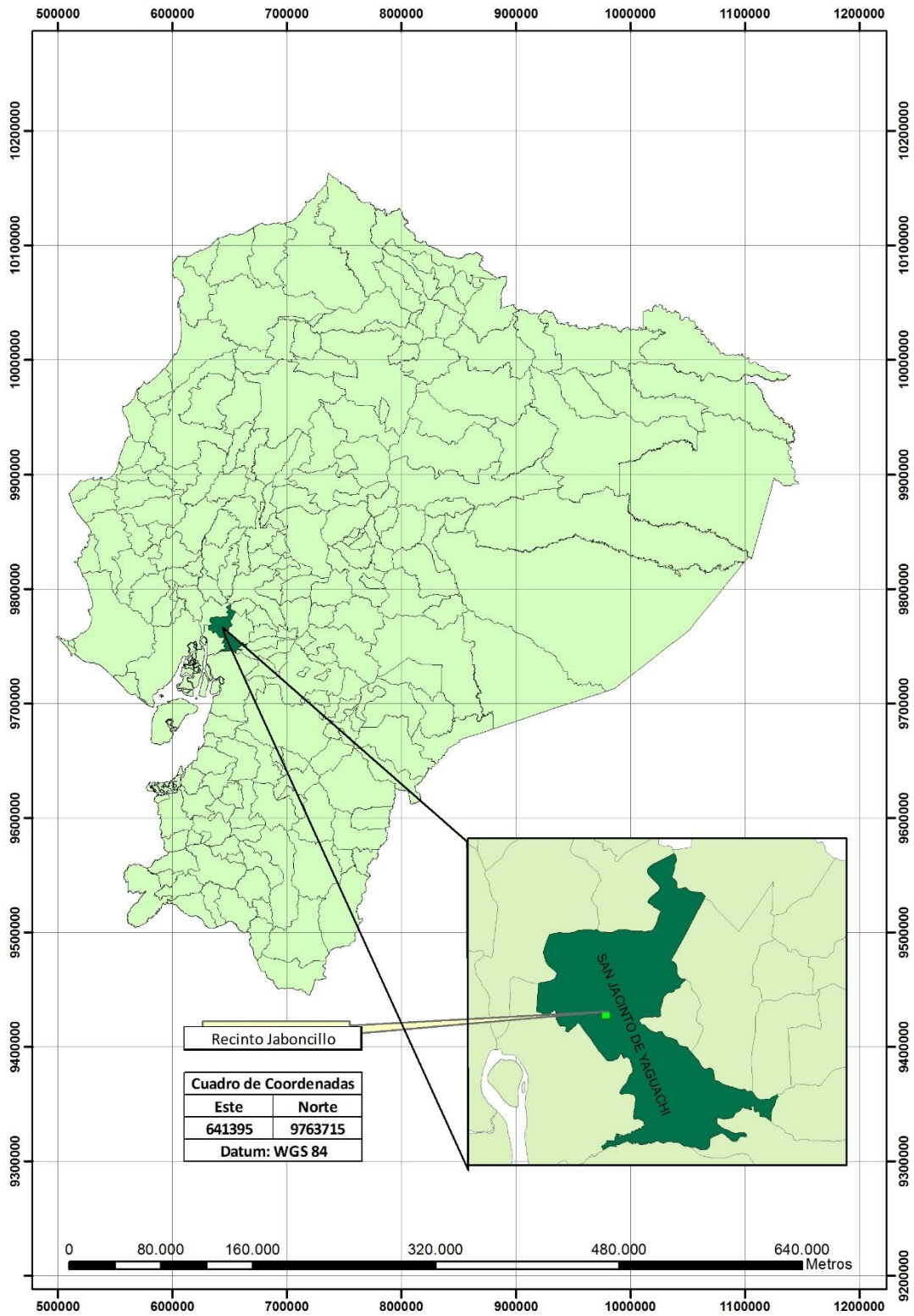
THE FREE DICTIONARY. (2007). *Diccionario Manual de la Lengua Española*. Larousse Editorial, S.L. Recuperado el 19 de mayo de 2016, de <http://es.thefreedictionary.com/esti%C3%A9rcol>

Torres, P. (29 de 11 de 2011). *Abonos y Fertilizantes*. Recuperado el 19 de 03 de 2013, de <http://www.unicorn.com>

Yazàn, D. (2013). *Factores que condicionan el Proceso de Compostaje*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2122/1/T-UCF-0017-49.pdf>

# 9. ANEXOS

## Anexo #1





**ESTIERCOL USADO PARA EL ENSAYO**



**MEDICION AREA DE COMPOSTAJE**



## LUGAR DE ELABORACION DE COMPOSTAJE PARA EXPERIMENTO



PILAS DE COMPOST CON SUS DIFERENTES TRATAMIENTOS



**VOLTEO PARA TOMAR TEMPERATURA AL COMPOST**



## VERIFICACION DE HUMEDAD DEL COMPOST



## **REVISION DE HUMEDAD DE COMPOST**



**PREPARACION DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE EM PARA  
CADA TRATAMIENTO**



**APLICACION DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE COMPOST**



**DESFUNDE DEL COMPOST EN EL LABORATORIO**



**APLICACION DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE EM A LOS  
TRATAMIENTOS**



**LABORATORIO BROMATOLOGIA**

## RESULTADOS DE ANALISIS

	<b>UAE</b> <i>"Somos la nueva universidad ..."</i> <b>F.M.V.Z LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y</b> <b>NUTRICIÓN ANIMAL</b>	
Versión: 0 18-04-2016	<b>REGISTRO</b> <b>INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>R- LBN-FMVZ-5.10</b>

### INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

FECHA: 19/05/16	INFORME N°: 002
-----------------	-----------------

#### CLIENTE / ALUMNO

NOMBRE: Dr. Klever Cevallos Cevallos

DIRECCION: Sauces 9 Mz R48 Villa1	TELEFONO: 0992468730
-----------------------------------	----------------------

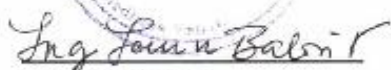
#### MUESTRA.

DESCRIPCION: Materia orgánica	
TIPO DE ENVASE: Funda plástica	PROCEDENCIA: Rancho JS Maguadri - Guayas
TIPO DE MUESTRA: COMPOST	FECHA DE RECOLECCION: 18/05/16
LLEGO REFRIGERADA: No	FECHA DE RECEPCION: 19/05/16
SE UTILIZO PRESERVANTE: No	ENTREGADO POR: Dr. Klever Cevallos Cevallos

PARÁMETRO	ENSAYO/ TÉCNICA	MUESTRA	RESULTADO	FECHA	MÉTODO DE ENSAYO
HUMEDAD	Pérdida por Calentamiento (Gravimétrico)	T1	21,94 %	19/05/16	NTE INEN 0540
HUMEDAD	Pérdida por Calentamiento (Gravimétrico)	T2	31,5 %	19/05/16	NTE INEN 0540
HUMEDAD	Pérdida por Calentamiento (Gravimétrico)	T3	32,5 %	19/05/16	NTE INEN 0540
HUMEDAD	Pérdida por Calentamiento (Gravimétrico)	T4	30,59 %	19/05/16	NTE INEN 0540
HUMEDAD	Pérdida por Calentamiento (Gravimétrico)	T5	26,43 %	19/05/16	NTE INEN 0540

Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.

Atentamente:



Técnico Laboratorio

Elaborado Por:  Ing. Lenin Balón Velasco	Revisado Por:  MVZ. Washington Yoon Kuffo, Msc.
---	--

	<p>UAE "Somos la nueva universidad ..." F.M.V.Z LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL</p>	
<p>Versión: 0 18-04-2016</p>	<p>REGISTRO INFORME DE RESULTADOS</p>	<p>R- LBN-FMVZ-5.10</p>

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

FECHA: 19/05/16	INFORME N°: 003
-----------------	-----------------

**CLIENTE / ALUMNO**

NOMBRE: Dr. Klever Cevallos Cevallos

DIRECCION: Sauces 9 Mz R48 Villa1

TELEFONO: 0992468730

**MUESTRA.**

DESCRIPCION: Materia orgánica

TIPO DE ENVASE: Funda plástica

PROCEDENCIA: Rancho El Pajuelo - Guayas

TIPO DE MUESTRA: COMPOST

FECHA DE RECOLECCION: 18/05/16

LLEGO REFRIGERADA: No

FECHA DE RECEPCION: 19/05/16

SE UTILIZO PRESERVANTE: No

ENTREGADO POR: Dr. Klever Cevallos Cevallos

PARÁMETRO	ENSAYO/ TÉCNICA	MUESTRA	RESULTADO	FECHA	MÉTODO DE ENSAYO
CENIZA	Determinación de Cenizas (Gravimétrico)	T1	43,27 %	19/05/16	NTE INEN 0544
CENIZA	Determinación de Cenizas (Gravimétrico)	T2	38,48 %	19/05/16	NTE INEN 0544
CENIZA	Determinación de Cenizas (Gravimétrico)	T3	34,89 %	19/05/16	NTE INEN 0544
CENIZA	Determinación de Cenizas (Gravimétrico)	T4	39,99 %	19/05/16	NTE INEN 0544
CENIZA	Determinación de Cenizas (Gravimétrico)	T5	41,52 %	19/05/16	NTE INEN 0544

Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.

Atentamente:

*Ing. Lenin Balón Velasco*

Técnico Laboratorio

<p>Elaborado Por:</p> <p><i>Ing. Lenin Balón Velasco</i></p> <p>Ing. Lenin Balón Velasco</p>	<p>Revisado Por:</p> <p><i>MVZ. Washington Yoon Kuffo</i></p> <p>MVZ. Washington Yoon Kuffo, Msc.</p>
--	---

	<b>UAE</b> <i>"Somos la nueva universidad ..."</i> <b>F.M.V.Z LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL</b>	
	<b>REGISTRO</b> <b>INFORME DE RESULTADOS</b>	
Versión: 0 18-04-2016		R- LBN-FMVZ-5.10

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

FECHA: 19/05/16	INFORME N°: 004
-----------------	-----------------

**CLIENTE / ALUMNO**

NOMBRE: Dr. Klever Cevallos Cevallos

DIRECCION: Sauces 9 Mz R48 Villa1

TELLEFONO: 0992468730

**MUESTRA.**

DESCRIPCION: Materia orgánica

TIPO DE ENVASE: Funda plástica

PROCEDENCIA: Rancho El Yagualdi - Guayas

TIPO DE MUESTRA: COMPOST

FECHA DE RECOLECCION: 19/05/16

LLEGO REFRIGERADA: No

FECHA DE RECEPCION: 19/05/16

SE UTILIZO PRESERVANTE: No

ENTREGADO POR: Dr. Klever Cevallos Cevallos

PARÁMETRO	ENSAYO/ TÉCNICA	MUESTRA	RESULTADO	FECHA	MÉTODO DE ENSAYO
TEMPERATURA	Uso de Termómetro	T1	27 °C	19/05/16	LBN - FMVZ
TEMPERATURA	Uso de Termómetro	T2	27 °C	19/05/16	LBN - FMVZ
TEMPERATURA	Uso de Termómetro	T3	28 °C	19/05/16	LBN - FMVZ
TEMPERATURA	Uso de Termómetro	T4	28,5 °C	19/05/16	LBN - FMVZ
TEMPERATURA	Uso de Termómetro	T5	27,5 °C	19/05/16	LBN - FMVZ
TEMPERATURA	Uso de Termómetro				

Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.

**Atentamente:**

  
 Técnico Laboratorio

Elaborado Por:  Ing. Lenin Balón Velasco	Revisado Por:  MVZ. Washington Yoon Kuffo, Msc.
---	--

	<b>UAE</b> <i>"Somos la nueva universidad ..."</i> <b>F.M.V.Z LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y</b> <b>NUTRICIÓN ANIMAL</b>	
	<b>REGISTRO</b> <b>INFORME DE RESULTADOS</b>	
Versión: 0 18-04-2016		R- LBN-FMVZ-5.10

**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

FECHA: 19/05/16	INFORME N°: 005
-----------------	-----------------

**CLIENTE / ALUMNO**

NOMBRE: Dr. Klever Cevallos Cevallos

DIRECCION: Sauces 9 Mz R48 Villa1

TELEFONO: 0992468730

**MUESTRA.**

DESCRIPCION: Materia orgánica

TIPO DE ENVASE: Funda plástica

PROCEDENCIA: Rancho JB Yaguachi - Guayas

TIPO DE MUESTRA: COMPOST

FECHA DE RECOLECCION: 18/05/16

LLEGO REFRIGERADA: No

FECHA DE RECEPCION: 19/05/16

SE UTILIZO PRESERVANTE: No

ENTREGADO POR: Dr. Klever Cevallos Cevallos

PARÁMETRO	ENSAYO/ TÉCNICA	MUESTRA	RESULTADO	FECHA	MÉTODO DE ENSAYO
MATERIA SECA	Pérdida por Calentamiento (Gravimétrico)	T1	78,06 %	19/05/16	NTE INEN 0540 , LBN - FMVZ
MATERIA SECA	Pérdida por Calentamiento (Gravimétrico)	T2	68,5 %	19/05/16	NTE INEN 0540 , LBN - FMVZ
MATERIA SECA	Pérdida por Calentamiento (Gravimétrico)	T3	67,5 %	19/05/16	NTE INEN 0540, LBN - FMVZ
MATERIA SECA	Pérdida por Calentamiento (Gravimétrico)	T4	69,41 %	19/05/16	NTE INEN 0540, LBN - FMVZ
MATERIA SECA	Pérdida por Calentamiento (Gravimétrico)	T5	73,57 %	19/05/16	NTE INEN 0540, LBN - FMVZ

Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.

Atentamente:

*Ing. Lenin Balón Velasco*  
 Técnico Laboratorio

Elaborado Por:	Revisado Por:
 Ing. Lenin Balón Velasco	 MVZ. Washington Yoon Kuffo, Msc.

## **DEDICATORIA**

La presente investigación, por todo el apoyo recibido mi dedicatoria especial al Dr. Jacobo Juan Bosco Bucaram Ortiz, Pas-rector de la Universidad Agraria del Ecuador; así mismo a mi sra. esposa Glenda y a mis hijos Karen y Klever por su comprensión y apoyo moral recibido en todos mis estudios del doctorado de Ciencias Ambientales.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco profundamente a todas las autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador por todo el apoyo recibido para la culminación de mis estudios y de la presente investigación así mismo a los profesores de la escuela de postgrado de la Universidad Nacional de Tumbes-Perú por todos sus consejos y enseñanzas recibidas durante mi formación profesional, un agradecimiento especial a mis amigos que juntos realizamos estos estudios con la finalidad de lograr la meta aquí cumplida.