

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TESIS DE GRADO**

Presentada al H. Consejo Directivo, como requisito  
previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

TEMA:

EVALUACIÓN DE COMPOSTAJES PRODUCIDOS CON  
RESIDUOS ORGÁNICOS DE ZONAS PERIURBANAS  
DEL CANTÓN BABAHOYO.

AUTOR:

Yomayra Rossana Vera Macías

DIRECTOR:

Ing. Agr. MSc. Victoria Rendón Ledesma

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR  
2013

# *AGRADECIMIENTO*

*Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.*

*Papá y mamá*

*Sra.: Mirian Macias Alfaro*

*Sra. Corina Alfaro Franco*

*Sr.: Domingo Vera Aguirre*

*A mis maestros que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.*

# DEDICATORIA

*Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello con toda mi humildad que de corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.*

*De igual forma, dedico esta tesis a mi madre y padre que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos difíciles.*

*A mis hermanos que siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo.  
A mi abuelo quien ha pesar de haberlo perdido, ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo.*

*A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir buenos y malos momentos.*

*A nuestra inolvidable Ing.Agr. Carmen Torres Díaz: quien desde el cielo nos ha guiado.*

*A las dignas autoridades de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo; mis queridos docentes y Directores; la Ing., Agr. Victoria Rendón Ledesma; Ing.Agr. Rosa Guillen; Ing.Agr. Delia Avilés; Ing. Antonio Alcívar; Ing.Agr. Tito Bohórquez; Ing.Agr Dalton Cadena; Ing.Agr. Joffre León; Lic. Lorena Mestanza y demás autoridades quienes han sabido guiarme durante mis estudios Universitarios.*

*A todos mis queridos Amigos; Maryuri Villegas; Livinstong Villasagua; Fabricio Huilcapi; Duval Terranova y todos los demás que siempre estuvieron presentes apoyándome.*

*A todos mis compañeros de trabajo por ese apoyo incondicional brindado.*

**A TODOS USTEDES DEDICO MI TRABAJO DE TESIS**

# CONTENIDOS

	<b>PAG.</b>
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>14</b>
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos .....	16
<b>II. REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>17</b>
Actividad Agropecuaria .....	18
Actividad Agroindustrial .....	19
Relación Carbono/Nitrógeno.....	21
División de Sistemas de Compostajes .....	24
Pilas con Volteo .....	25
Sistemas de Camellones .....	26
Compostajes bajo lonas semipermeables .....	26
Sistemas Cerrados.....	27
Compostajes en Reactores Dinámicos .....	28
El Compost .....	31
Fase Mesofila .....	32
Fase Termófila .....	32
Fase de Enfriamiento.....	33
Fase de Estabilización .....	33
Microorganismos catalizadores en los residuos orgánicos compostados...34	
Los Criófilos .....	35
Los Mesófilos .....	35
Los Actinomicetos .....	36
Los Nematodos.....	37
Los Ácaros de Fermentación .....	37
Metabolismo microbiano en el Compost .....	39
La Fermentación .....	39
La Aireación .....	39
Respiración Aerobia.....	40
Respiración Anaeróbica .....	40

<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>42</b>
<b>Características del Sitio Experimental.....</b>	<b>42</b>
<b>Material Experimental .....</b>	<b>42</b>
<b>Factores Estudiados .....</b>	<b>42</b>
Variable Dependiente .....	42
Variable Independiente .....	42
<b>Métodos.....</b>	<b>43</b>
<b>Tratamientos .....</b>	<b>43</b>
<b>Diseño Experimental .....</b>	<b>43</b>
<b>Análisis Funcional .....</b>	<b>43</b>
<b>Características de las Composteras .....</b>	<b>44</b>
<b>Manejo Del Ensayo.....</b>	<b>45</b>
Análisis de suelo .....	45
Preparación del Suelo .....	45
Construcción de Pilas .....	45
Incorporación de Activadores de Descomposición .....	45
Volteo de los Desechos Orgánicos .....	46
Riego .....	46
Control de Descomposición.....	46
Muestreo .....	46
Recolección y Pesaje .....	47
<b>Datos Evaluados .....</b>	<b>47</b>
Temperatura .....	47
Porcentaje de Humedad.....	47
pH de las Composteras .....	47
Determinación de la Materia Orgánica .....	48

	Determinación de N-P-K.....	48
	Determinación de Carbono .....	48
	Tiempo de Descomposición.....	48
	Porcentaje de Conversión.....	48
	Rendimiento de Compost .....	49
	Desechos Orgánicos no Compostados.....	49
	Análisis Fisico-Químico de la Materia Orgánica .....	49
	Análisis Económico de los Tratamientos .....	49
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>50</b>
<b>V.</b>	<b>DISCUSION.....</b>	<b>62</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>VII.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>65</b>
<b>VIII.</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>67</b>
<b>IX.</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>69</b>
<b>X.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>73</b>

## INDICE DE CUADROS

**PAG.**

<b>TABLA 1.</b> El Manual para la Producción Orgánica .....	30
<b>TABLA 2.</b> Géneros de microorganismos encontrados con frecuencia en los compost .....	38
<b>TABLA 3.</b> Clasificación de los microorganismos de los compost según sus funciones bioquímicas. ....	41
<b>CUADRO 1.</b> Tratamientos estudiados, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	43
<b>CUADRO 2.</b> Valores de temperatura Inicial, Media y Final, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	50
<b>CUADRO 3.</b> Porcentaje promedio de humedad y pH de las composteras, en evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	52
<b>CUADRO 4.</b> Valores de materia orgánica, N, P, K y C, en compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	55
<b>CUADRO 5.</b> Valores de tiempo de descomposición y porcentaje de conversión, en evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	57

<b>CUADRO 6.</b> Rendimiento promedio del compost y desechos orgánicos no compostados, en evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	58
<b>CUADRO 7.</b> Valores de análisis físico - químico, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	59
<b>CUADRO 8.</b> Costos fijos/ha, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013. ....	60
<b>CUADRO 9.</b> Análisis Económico/ha, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	61



## **CUADROS DE RESULTADOS Y ANÁLISIS DE VARIANZA.**

**CUADRO 10.** Valores de Temperatura Inicial, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....76

**CUADRO 11.** Análisis de varianza de Temperatura Inicial, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....76

**CUADRO 12.** Valores de Temperatura Media, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....77

**CUADRO 13.** Análisis de varianza de Temperatura Media, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....77

**CUADRO 14.** Valores de Temperatura Final, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....78

**CUADRO 15.** Análisis de varianza de Temperatura Final, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....78

**CUADRO 16.** Valores de porcentaje de humedad, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....79

<b>CUADRO 17.</b> Análisis de varianza de porcentaje de humedad, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	79
<b>CUADRO 18.</b> Valores de pH de las composteras, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	80
<b>CUADRO 19.</b> Análisis de varianza de pH de las composteras, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	80
<b>CUADRO 20.</b> Valores de determinación de materia orgánica, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013.....	81
<b>CUADRO 21.</b> Análisis de varianza de determinación de materia orgánica, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	81
<b>CUADRO 22.</b> Valores de determinación de N, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	82
<b>CUADRO 23.</b> Análisis de varianza de determinación de N, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013.....	82

<b>CUADRO 24.</b> Valores de determinación de P, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	83
<b>CUADRO 25.</b> Análisis de varianza de determinación de P, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013.....	83
<b>CUADRO 26.</b> Valores de determinación de K, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	84
<b>CUADRO 27.</b> Análisis de varianza de determinación de K, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013.....	84
<b>CUADRO 28.</b> Valores de determinación de C, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	85
<b>CUADRO 29.</b> Análisis de varianza de determinación de C, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013.....	85
<b>CUADRO 30.</b> Valores de tiempo de descomposición, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	86
<b>CUADRO 31.</b> Análisis de varianza de tiempo de descomposición, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....	86

**CUADRO 32.** Valores de porcentaje de conversión, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....87

**CUADRO 33.** Análisis de varianza de porcentaje de conversión, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....87

**CUADRO 34.** Valores de rendimiento del compost, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....88

**CUADRO 35.** Análisis de varianza de rendimiento del compost, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....88

**CUADRO 36.** Valores de desechos orgánicos no compostados, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....89

**CUADRO 37.** Análisis de varianza de desechos orgánicos no compostados, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013 .....89

## FOTOGRAFIAS

### PAG

<b>FOTO 1.</b> Encuesta a Parroquias del cantón Babahoyo. ....	90
<b>FOTO 2.</b> Instalación del sistema de riego.....	90
<b>FOTO 3.</b> Preparación del terreno .....	90
<b>FOTO 4.</b> Recolección de materiales para Pilas de compostaje. ....	90
<b>FOTO 5.</b> Colocación de materiales en sacas para elaboración de Pilas.....	90
<b>FOTO 6.</b> Materiales recolectados .....	90
<b>FOTO 7.</b> Captura de Microorganismos Eficientes .....	91
<b>FOTO 8.</b> Recolección de Microorganismos Eficientes .....	91
<b>FOTO 9.</b> Microorganismos Eficientes .....	91
<b>FOTO 10.</b> Construcción de Pilas de Compostaje .....	91
<b>FOTO 11.</b> Construcción de Pilas de Compostaje. ....	91
<b>FOTO 12.</b> Ejecución del Ensayo.....	91
<b>FOTO 13.</b> Tratamientos. ....	92
<b>FOTO 14.</b> Toma de Muestras para determinar Humedad. ....	92
<b>FOTO 15.</b> Peso de Muestras para determinar Humedad.....	92
<b>FOTO 16.</b> Determinación de Temperatura.....	92
<b>FOTO 17.</b> Volteo de Pilas de Compostaje.....	92
<b>FOTO 18.</b> Pilas Volteadas.....	92

<b>FOTO 19.</b> Material en Descomposición. ....	93
<b>FOTO 20.</b> Multiplicación de Microorganismos.....	93
<b>FOTO 21.</b> Tamizado de Material. ....	93
<b>FOTO 22.</b> Recolección de materia orgánica Compostada. ....	93
<b>FOTO 23.</b> Llenado de materia orgánica Compostada.....	93
<b>FOTO 24.</b> Pesado de materia orgánica Compostada.....	93

# I. INTRODUCCIÓN.

El compostaje se define como un proceso biooxidativo controlado, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos, que requiere una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una etapa termófila, dando al final como productos de los procesos de degradación: agua, dióxido de carbono y una materia orgánica estabilizada libre de sustancias fitotóxicas y dispuestas para ser aplicadas en agricultura sin que provoque fenómenos adversos.<sup>1</sup>

Para la elaboración de Compost el principio es siempre el mismo, para la descomposición de la materia orgánica se controlan condiciones de: temperatura, humedad, oxígeno.

La producción de compost a partir de residuos de cosecha, desechos domésticos, estiércoles y otros residuos orgánicos también disponibles localmente en zonas periurbanas, constituye una estrategia de importancia para el reciclaje de nutrientes.

En el cantón Babahoyo, se producen cantidades altas y variadas de residuos orgánicos de origen animal y vegetal. Algunos de ellos son parcialmente utilizados en la alimentación animal, otros se descomponen de manera natural sobre el suelo y en el mismo sitio donde se producen, mientras que otros son arrojados a los ríos y o amontonados al aire libre, sin que se los someta a ningún proceso, constituyendo focos de contaminación ambiental con las consecuencias negativas que de allí se derivan.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> García, C. 1990

---

<sup>2</sup> Plan Desarrollo Cantonal, 2005

Los moradores de las periferias del cantón Babahoyo tienen como cultura agrícola sembrar cultivos de arroz y ciertas variedades de hortalizas, como sustento de las familias, además se dedican a la cría de animales entre ellos ganado vacuno, porcino y aves.

Dentro de las prioridades para el desarrollo integral Los Ríos, Ecuador 2008 consta que se debe implementar una planta de reciclaje, por medio de una mancomunidad de Municipios: Babahoyo, Montalvo y Juján. Sacar provecho de la basura que se genera en el cantón Babahoyo es el objetivo primordial de las autoridades, para esto se trabajó en la construcción de la estructura metálica de la planta de compostaje en el año 2005.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Babahoyo, en el año 2005, impulsó un proyecto de reciclaje de la basura a cielo abierto y junto a este proceso se construyó una planta de compostaje, la misma que tuvo un tiempo de duración de seis años, donde se produjo compostaje. Actualmente el municipio suspendió la planta de compostaje, debido a que en el lugar se produjo botadero de toda clase de desecho y esto está causando contaminación ambiental.

Por eso se hace necesario profundizar en el conocimiento del proceso de compostajes con residuos orgánicos de los barrios periféricos del cantón Babahoyo, así como del conocimiento y manejo de los mismos, haciendo especial énfasis en el uso para cultivos.

Con estos antecedentes justifico la ejecución del presente ensayo investigativo.



## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

Evaluar los compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo.

### **1.1.2. Específicos**

- Determinar el sistema de compostaje más adecuado para obtener el abono orgánico compost.
- Cuantificar la composición química del compost.
- Analizar económicamente los tratamientos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

Benzing (2001), difunde que los residuos están definidos como cosas, sustancias, desechos u objetos destinados al abandono incontrolado y peligroso. Es imprescindible definir y caracterizar los residuos, además de cuantificarlos, con el fin de detectar su nivel de peligrosidad y proporcionarles el tratamiento y eliminación adecuados.

Para Haug (1993), se consideran residuos orgánicos los restos de podas de cultivos leñosos, los cortes de plantas herbáceas arvenses (mal llamadas malezas, las excretas o estiércoles de animales, los subproductos de origen vegetal generados por las industrias de transformación agrícola, como vinaza, cachaza entre otros, algunos residuos agrícolas específicos, como por ejemplo papel que no tenga tinta, cascarillas y pulpas de café, entre otros.

Sztern y Pravia (2006), informan que residuos orgánicos se refiere a todos aquellos que tienen su origen en los seres vivos, animales o vegetales. Incluye una gran diversidad de residuos que se originan naturalmente durante el "ciclo vital", como consecuencia de las funciones fisiológicas de mantenimiento y perpetuación o son producto de la explotación por el hombre de los recursos bióticos.

Mougeot (2006), indica que la mayor parte de los desechos producidos por los habitantes urbanos de los países no desarrollados es de carácter orgánico (alrededor de un 80%), siendo la agricultura urbana el principal mercado para la reutilización productiva de este material, transformándose además en una potencial estrategia local de gestión de residuos urbanos, siendo necesario para ello también la voluntad

política, la educación ciudadana y la organización comunitaria, en torno a técnicas de manejo y reciclaje de desechos.

Forster *et al* (2009), señalan que para identificar el potencial del reúso de residuos orgánicos para la producción agrícola alrededor de la ciudad, en los llamados "escenarios espacialmente explícitos del reúso", es necesario analizar los patrones existentes de la gestión de nutrientes. Estos patrones de gestión están influenciados principalmente por el tipo de cultivos sembrados, la distancia entre el campo y los hogares de los agricultores y la fertilidad del suelo.

Seija (2011), manifiesta que los pobladores de los barrios periurbanos realizan algunas actividades para el sustento de sus vidas, entre ellas la actividad agropecuaria desde sus ancestros. Además el sector de la agroindustria se localiza dentro de las periferias de la ciudad. Para la producción de los residuos orgánicos se destacan las siguientes actividades:

- Actividad agropecuaria: en esta actividad, se generan una gran variedad de residuos de origen vegetal y animal entre ellos:

Los residuos vegetales que están integrados por restos de cosechas (tallos, hojarasca, cascaras, bagazos, rastrojos, restos de podas, frutas), procedentes de diversas especies cultivadas, y barbechos permanentes, entre ellos: lechuga o lirio de agua, espinales, etc. El contenido de humedad de este tipo de residuos es relativo dependiendo de varios factores. Características de las especies cultivadas, ciclo del cultivo, tiempo de exposición a los factores climáticos, manejo, condiciones de la disposición, etc.

Los residuos animales que incluyen excrementos sólidos y semisólidos (estiércoles) y líquidos purines. Desechos de faena, cadáveres, etc. Los estiércoles y purines son los residuos que presentan mayor interés por la concentración local que alcanzan en producciones en los barrios periféricos que se dedican a la cría de ganado vacuno, porcino y aves, entre otros y por el impacto ambiental negativo que producen en la mayoría de los casos.

La cría animal con residuos orgánicos aumenta la aparición de un gran número de enfermedades zoonóticas, riesgo que se corre cuando los animales son criados cerca de las viviendas, bien sea por no disponer de espacio o para tener control sobre ellos, o cuando se utilizan residuos sin tratamiento para su alimentación o cuando no hay oportunidad para acceder a residuos orgánicos debidamente tratados. Ante algunas carencias en la gestión integral municipal de los residuos y asesoramiento técnico profesional, agravadas por la situación de pobreza e ilegalidad, muchos productores no acuden a un técnico particular.

- Actividad agroindustrial, existe una gran diversidad de residuos generados en la actividad agroindustrial, pocos son reutilizados a través de alternativas que se aplican desde hace ya algunos años, con menos o mayor grado de eficacia. Entre ellos el arroz, maíz, leguminosas en grano son los principales cultivos industrializados. En cultivos e industrialización de cereales la generación de desechos: pajas, rastrojo y cáscaras (caso del arroz), igualan en cantidad a la producción de granos.

Además, el mismo autor indica que muchos de estos residuos reúnen los requisitos para la producción de alimentos con destino al consumo humano o forrajes y piensos para animales. No obstante, para residuos

del cultivo e industrialización del arroz, no se han desarrollado tecnologías sostenibles para resolver la problemática de los grandes volúmenes de emisión.

Garriguez (2003), dice que existen algunos parámetros que se pueden considerar significativos para evaluar las características generales de los residuos orgánicos, tales como:

- **Densidad:** Es un parámetro variable en función de la heterogeneidad del residuo, varía en función de distintos factores, como pueden ser las características de la zona de producción o la época del año. En general, la densidad es siempre menor en los barrios céntricos, donde oficinas y comercios alternan con viviendas, mientras que crece en las zonas periféricas, en las que predominan las viviendas.
- **Humedad:** La humedad entre 40 y 65% es una recomendación general que serviría para la mayoría de los materiales. Los factores que influyen en el porcentaje de agua de los residuos son muy variables, destacándose, entre otros: el contenido de materia orgánica, la procedencia, la forma en la que se presentan y la climatología de la región.
- **El poder calorífico:** Indica la cantidad de calor desprendida en la combustión completa de una unidad de masa. Sus unidades más comunes son kcal/kg. Debido a la heterogeneidad de los residuos, el poder calorífico tiene sensibles variaciones, ya que depende del grado de humedad y el porcentaje de materiales combustibles e inertes presentes como componentes de los residuos.

Stoffella (2005), divulga otras características generales de los residuos orgánicos, como:

- Relación C/N: Es una relación en la que el carbono es siempre mayor que el nitrógeno, el compost requiere la mezcla que promedio 33:1, es decir 33 partes de carbono y una parte en nitrógeno, esto en peso no en volumen. Esta relación indica la fracción de carbono orgánico frente a la de nitrógeno dados en los desechos sólidos. Prácticamente la totalidad del nitrógeno orgánico presente en un residuo orgánico es biodegradable y por lo tanto disponible. Con el carbono orgánico ocurre lo contrario ya que una gran parte se engloba en compuestos no biodegradables que impiden su disponibilidad en la agricultura. En general una relación final C/N entre 15 y 25 es casi siempre la relación deseada, aunque un valor 10 ha sido considerado como idóneo. Un compost acabado con una relación C/N mayor que 20 debería ser rechazado ya que podría tener un efecto negativo sobre el desarrollo de las plantas y la germinación de las semillas. La relación C:N (Carbono: Nitrógeno) es un indicador muy útil a la hora de determinar si la relación entre el carbono y el nitrógeno presente en la materia prima que hayamos elegido, es la correcta para garantizarnos que nuestro compost se desarrollará correctamente durante todo el proceso.

Para saber con precisión cuál es la relación C: N, las materias primas deberían ser analizadas y de ese modo poder determinar cuáles son las cantidades exactas de carbono y nitrógeno presentes en ellas, dado que existen variaciones en estos valores por motivos estacionales. Sin embargo, para fines prácticos, es aceptable el realizar una mezcla usando como referencia los valores promedio.

- Temperatura: De acuerdo a las fases por las que atraviesa la descomposición de la materia orgánica, la temperatura va cambiando gradualmente hasta alcanzar un máximo de 70°C para luego descender y estabilizarse. La temperatura al momento de la cosecha debe ser estable y alcanzar el grado de la temperatura ambiental o máximo 25°C.
- Potencial hidrogeno (pH): El proceso de compostaje es relativamente insensible al pH, dentro del rango común encontrado en las mezclas de material orgánico debido a la gran variedad de los microorganismos involucrados. Lo ideal es un pH entre 6,5 – 8,0 pero la capacidad natural del proceso hace posible un rango más amplio. El compostaje puede funcionar efectivamente entre 5,5 y 9,0 pH.
- Granulometría (mm): Es un parámetro muy importante a la hora de elaborar el compost a partir de los residuos sólidos orgánicos, ya que la acción de los microorganismos será mayor cuanto sea el grado de trituración de ésta. Sin embargo no se puede disponer de una textura excesivamente pulverulenta en el compostaje, ya que se eliminarían los canales de circulación para el aire, generando condiciones anaeróbicas que producirían cambios en el proceso.
- Tiempo: El tiempo necesario para la transformación de la materia orgánica a compost, depende de varios factores incluyendo el material utilizado, temperatura, humedad, frecuencia de aireación. Una humedad apropiada y el ratio C: N, más la frecuencia de aireación aseguran un periodo de compostaje más corto. También depende del uso que se le quiera dar al producto final.

García (1990), menciona que el compostaje se define como un proceso biooxidativo controlado, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos, que requiere una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una etapa termófila, dando al final como productos de los procesos de degradación: agua, dióxido de carbono y una materia orgánica estabilizada libre de sustancias Fitotóxicos y dispuesta para ser aplicada en agricultura sin que provoque fenómenos adversos.

Eras (2009), afirma que el compostaje es una alternativa para el manejo de desechos sólidos orgánicos, actividad que a su vez aumenta la complejidad del proceso en cuanto a su funcionamiento y organización. El proceso técnico de la elaboración de compost ya no se limita únicamente a la descomposición de la materia orgánica, pues como cualquier sistema de aprovechamiento de desechos, se integran actividades de recuperación, separación y transporte de los materiales orgánicos que van a descomponerse y están directamente influenciados por los factores sociales, políticos y económicos que enmarcan esta problemática.

Además el mismo autor, difunde que existen diferentes procesos de compostaje, desde los más sencillos domésticos de bajo volumen de desechos, hasta compostaje con alta tecnología y equipos especiales, con capacidad para procesar una gran cantidad de desechos orgánicos. El principio es siempre el mismo, una descomposición de la materia orgánica en presencia de oxígeno, en condiciones controladas (temperatura, humedad, presencia de oxígeno).

Burbano (2002), sostiene que los sistemas de compostajes más utilizados se pueden clasificar en dos grupos: abiertos y cerrados. En los sistemas abiertos, el compostaje se realiza al aire libre, en pilas o



hileras, mientras que en los cerrados la fase de fermentación se realiza en reactores y o cajoneras.

### **Los sistemas de compostajes se dividen en:**

- Sistemas abiertos, donde los procesos se realizan completamente al aire libre (aunque es frecuente encontrar instalaciones bajo cubierta, en naves abiertas, especialmente en zonas de alta pluviosidad).
- Sistemas semi-abiertos, que se llevan a cabo en naves cerradas que disponen de algún sistema de succión y envío de los gases a un tratamiento de depuración, generalmente mediante un biofiltro. Son los sistemas tradicionales de compostajes. Los sustratos a compostar se disponen en hileras o pilas que puede estar al aire libre o en depósitos. La aireación de la masa fermentable puede hacerse por volteo mecánico de pila o por aireación forzada. Esta última tiene la ventaja de permitir el control del nivel de oxígeno, así como de la humedad y la temperatura.
- Sistemas cerrados, que se realizan en recintos totalmente herméticos, sometidos a un exhaustivo control de parámetros y con conducción de todos los gases a tratamiento por limpieza (lavadores, humectadores, etc...) y depuración.

Haug (1993), explica que las pilas estáticas, con aireación natural, es el sistema más antiguo que se conoce, ya que es el apilamiento estático con aireación natural; se realiza en pilas de tamaño reducido (1,5 m de alto, 2-3 m de ancho) muy porosas y no se mueven durante el compostaje, se considera un sistema lento.

Según Rodale (1973), el contenido mínimo de  $O_2$ , en la fase termófila, debe ser del 5% para garantizar una descomposición aerobia. La pila de compost presenta porcentajes variables de oxígeno en el aire de sus intersticios, la parte externa de la hilera contiene casi tanto oxígeno como el aire atmosférico (18-20%) hacia el interior el contenido en  $O_2$  desciende y el de  $CO_2$  aumenta, hasta el punto de que a una profundidad mayor de 60 cm, el contenido de oxígeno puede estar entre el 0,5 y el 2%.

Martínez (2001), concluye que las pilas de compostajes con aireación forzada, es la forma en que se da la oxigenación. En este caso es a través de aire forzado. El aire se distribuye dentro de las pilas mediante tuberías perforadas y un inyector de aire. Con este sistema disminuye el tiempo de degradación, pasando a 30 días, mientras que la maduración continua entre 45 y 60 días, soplada o alternante.

### **Pilas con volteo.**

Es un sistema muy utilizado dada su simplicidad, pero tiene sus limitaciones, es un sistema lento, la pila es oxigenada tan solo periódicamente, requiere más espacio y presenta dificultades en el control higiénico. La altura de la pila es mayor que en el caso anterior (2,5 m). La frecuencia del volteo depende del tipo de material, la humedad y climatología, el grado de estabilidad y de los tiempos de residencia en planta que se estimen adecuados. Dado que, para una buena oxidación biológica, el nivel de  $O_2$  ha de permanecer relativamente elevado, el volteo periódico facilita la renovación del aire en el interior de la pila.

## **Sistema de camellones (Windrowsystem)**

Con este sistema, la materia orgánica seleccionada se dispone en camellones al aire libre. El tamaño de estos camellones varían entre 1,5 a 1,8 metros de altura y entre 2,5 y 4,5 metros de largo. Estos camellones son volteados periódicamente de forma manual o mecánica de modo de mantener oxigenadas las pilas, conservar la humedad y controlar el aumento de temperatura. Mediante este proceso la degradación dura entre 60 y 90 días y la maduración entre 45 y 60 días. En la actualidad en estos sistemas se utilizan volteadoras/regadoras con control automático de humedad y temperatura.

Pumisacho (2002), aclara que los Sistemas Semi-abiertos, son sistemas concebidos para atender a poblaciones medianas o grandes y están diseñadas (al menos en teoría) para poder ser instaladas en las cercanías de la propia población, merced al control que permiten de los factores ambientales adversos. En general se consigue un mejor aprovechamiento del espacio que en el caso de las pilas y aproximadamente igual que en el de las mesetas, pero con unas posibilidades de control de las operaciones de trabajo y del proceso superiores a las de los sistemas abiertos.

## **Compostajes bajo lonas semipermeables.**

Consiste en una pila estática cubierta por una lona de un material semipermeable y ventilado, en función de la demanda de oxígeno, por sobrepresión a través de unas tuberías enterradas en el suelo. La estructura de poros de la membrana es permeable al vapor de agua, pero no lo es al agua en estado líquido, por lo que el material puede

liberar humedad al exterior pero no sufre las condiciones meteorológicas de la zona. En cuanto al paso de gases, en general es permeable a los componentes mayoritarios del aire, pero posee una cierta capacidad de retención del  $\text{NH}_3$ , tanto por el tamaño de poro como por la película de agua condensada en la superficie interior de la membrana, donde quedan retenidas las sustancias gaseosas solubles. De esta manera otra de sus ventajas es la reducción de las afecciones medioambientales por olores.

### **Sistemas cerrados.**

Se caracterizan porque el material no está nunca en contacto directo con el exterior, y todas las entradas y salidas de gases y líquidos se realiza a través de un sistema de conductos y turbinas. Tecnológicamente se encuentran en esta categoría los sistemas de compostaje más sofisticados y complejos. Sus dos principales ventajas respecto a los anteriores son el excelente control de emisiones al medio y el afinado dominio de los parámetros del proceso, pero también ahorran espacio pues presentan una inmejorable relación entre el volumen de residuo tratado y la superficie ocupada. Teóricamente se podría permitir su instalación en medio de una población si fuera preciso, aunque eso conlleva un extremo control de las afecciones de todas las demás operaciones relacionadas con el movimiento y manipulación de materiales (recepción, mezclas, descargas, maduración) así como conocimiento y buenas prácticas en el manejo y control de los elementos de limpieza y depuración de las emisiones. En general son dispositivos estancos de muy diversos y variados tipos, a los que generalmente se les denomina reactores, y que para una mejor comprensión se dividen en dinámicos y estáticos. (Pumisacho, 2002).

## **Compostaje en reactores dinámicos.**

Los más comunes son los cilindros o tambores, principalmente de disposición horizontal aunque también los hay verticales. La rotación en los horizontales o la presencia de elementos mecánicos internos en los verticales, permiten mover el material del interior y hacerlo avanzar en el reactor, pretendiendo simular los efectos de los volteos.

Solans (2003), expresa que el propósito principal del Sistema con biodigestores, es el de reducir sustancialmente el tiempo de la biodegradación, pasando de 60 o 90 días a 48 o 72 horas. El período de maduración conserva su duración.

Este sistema consta de un biodigestor cilíndrico metálico en constante rotación, de medidas entre 25 y 30 metros de largo y 3,5 metros de diámetro. El cilindro en su constante rotación va triturando los residuos por abrasión. A través del aumento de la temperatura y de la inyección de aire forzado se acelera el proceso de degradación. Las altas temperaturas alcanzadas permiten la eliminación de patógenos.

Rodale (1973), expresa que el Compostaje en reactores estáticos son dispositivos más sencillos al carecer de movimiento propio o de elementos mecánicos internos. Los dos tipos más comunes son los contenedores y los túneles, estos apenas tienen implantación.

Los contenedores son recipientes paralelepípedicos herméticos, generalmente de acero con tratamiento anticorrosión, con doble suelo para la ventilación y recogida de lixiviados, con volúmenes comprendidos entre los 20 y 50 m<sup>3</sup>. Dado su tamaño y peso presentan la interesante ventaja de poder ser trasladados de un lugar a otro a voluntad, pudiendo llenarse en el área de producción del residuo y trasladarlos llenos al área de operación, donde son conectados a los sistemas de control y ventilación.

Resultan relativamente caros, pero su modularidad los hace muy versátiles y tremendamente útiles para aquellos casos de lugares en los que se produzca una gran variedad de residuos orgánicos diferentes en no muy grandes cantidades.

El Manual para la Producción Orgánica, determina la composición química de algunos materiales utilizados para el compostaje.

<b>Material</b>	<b>Materia Orgánica (M.O)</b>	<b>Nitrógeno (N)</b>	<b>Fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	<b>Potasio (K<sub>2</sub>O)</b>	<b>Carbono Nitrógeno</b>
Paja de arroz	80	60	30	1,60	77/1
Cascarilla de arroz	80	70	40	0,80	66/1
Aserrín	88	0,8	0,3	1,10	638/1
Falso tallo de plátano	80	80	20	7,50	5871
Hojas de plátano	85	1,50	19	2,80	32/1
Bagazo de caña de azúcar	90	50	28	0,99	104/1
Paja de caña de azúcar	85	1,0	24	2,0	49/1
Cogollo de caña de azúcar	88	70	17	0,80	73/1
Pulpa de café	90	1,80	30	3,50	29/1
Hoja de café	93	1,40	20	1,90	38/1
Hojas de arboles	71	1,0	25	1,20	41/1
Hierba recién cortada	90	1,20	40	1,60	43/1
Hierba seca (gramíneas)	70	0,50	30	0,90	81/1
Crotolaria	91	1,85	40	1,81	27/1
Hojas de fréjol	93	2,0	58	2,2	27/1
Restos de hortalizas	70	1,10	29	0,70	37/1
Hojas de Leucanea	75	4,5	22	1,9	10/1
Paja de maíz	97	18	38	1,64	312/1
Mazorca de maíz	85	42	c.10	0,90	117/1
Hollejo de naranja	73	74	1,32	86	57/1
Palo de tabaco	71	2,17	54	2,78	19/1
Cascara de yuca	59	0,51	36	44	129/1
Hoja de yuca	92	1,33	72	1,5	39/1
Cangre de yuca	95	1,31	35	1,45	42/1
Desperdicios de cocina	65	2,64	90	1,0	14/1
Lodos residuales sólidos	60	3,0	1,3	20	12/1
Residuos de poda	61	80	15	90	44/1
Basura urbana (fresca)	63	60	48	83	61/1
Basura urbana (vieja)	19	1,93	80	40	6/1
Cachaza	79	2,1	2,32	1,23	22/1
Vacuno fresco	65	1,50	62	90	25/1
Gallinaza camada	54	1,70	1,20	1,0	18/1
Estiércol porcino	45	2,5	60	50	10/1
Estiércol ovino caprino	30	0,55	26	25	32/1
Estiércol equino	17	42	30	70	24/1
Estiércol de conejo	40	1,25	1,01	1,18	19/1
Turba costera (baja)	82	2,8	57	0,3	17/1
Turba interior (alta)	60	1,12	71	14	31/1
Guano de murciélago	48	3,5	5,25	80	8/1
Guano fósil de murciélagos	23	75	15,0	55	18/1
Cenizas	-	02	1,90	60	-
Residuos de hemequen	61	1,50	49	0,43	24/1
Residuos de maní	95	4	1,71	1,21	14/1
Residuo de cervecería	96	4,12	0,57	10	14/1
Residuo de girasol	76	3,17	52	2,40	14/1
Pulpa de cacao	91	3,21	1,15	3,74	16/1
Gallinaza pura	45	3,50	2,50	1,60	7/1
Purín (orina animal)	3	3	0,05	83	-

El período de compostaje depende de varios factores, entre los que destacan por su importancia: el tamaño de las partículas o material, mantenimiento de las condiciones aeróbicas, contenido de humedad y relación de Carbono/Nitrógeno. Se estima que el período de compostaje mediante procesos naturales dura de 15 a 90 días. Hay que tomar en cuenta el porcentaje de humedad del lugar donde se realizará el compostaje, ya que es importante para la mezcla que la humedad se mantenga en el rango de 40 a 60%.

### **El compost.**

Suquilanda (1995), difunde que el compost de los residuos orgánicos es una técnica asiática muy antigua que consiste en elaborar abonos orgánicos (compost) altamente humificados, a partir de la biodegradación controlada de una mezcla de residuos vegetales o animales. Esta práctica de reciclaje permite, a su vez, devolver al ecosistema los desperdicios generados por la actividad humana, sin riesgos de causar daños al ambiente o el elemento humano.

Canigua (2002), informa que para fabricar el compost, hay que poner en capas sucesivas los materiales orgánicos, de tal manera que se mezclen en forma adecuada. Hay que tener algunos cuidados como: que los materiales estén lo suficientemente húmedos pero no en exceso. Si fuera necesario hay que regar un poco de agua para equilibrar la humedad en toda la masa a descomponerse. Que las capas se alternen, unas ricas en carbono y otras ricas en nitrógeno.



Neira (2001), indica que hay que poner melaza u otros materiales ricos en nitrógenos cuando una capa es de materiales muy secos como la granza del arroz o pastos (zacate) m secos. Además Novillo (s.f.) aclara que es bueno incluir en algunas de las capas, lo que se llama enmiendas, que consiste en poner capas ricas en Calcio, Magnesio, Potasio, Fosforo, o micro elementos.

De acuerdo a Eras (2009), el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, como el compost durante el proceso físico, químico y microbiológico pasa por cuatro fases bien diferenciadas, sobre las cuales se debe realizar un control minucioso para determinar correctamente el control de su estructura. Estas fases son:

El mismo autor comenta sobre las siguientes fases:

#### **Fase mesófila.**

En climas cálidos, esta fase dura de 1 a 4 días, en el momento de la elaboración del compost (formación de pilas de desechos orgánicos sólidos), comienza con una temperatura ambiente hasta llegar a los 45°C, trayendo consigo el descenso del pH desde un valor neutro hasta 5,5 – 6, debido a la descomposición de lípidos y glúcidos en ácidos pirúvicos y de proteínas en aminoácidos, lo que favorece la aparición de hongos mesófilos más tolerantes a las variaciones del pH y humedad.

#### **Fase termófila.**

Las temperaturas de sustrato se elevan a más de 45°C, estos niveles de temperaturas tienen un efecto selectivo importante en favor de los microorganismos termófilos, los cuales impiden el crecimiento de un gran número de otros microorganismos y reducen el número de patógenos y parásitos. Existen pocos microorganismos termófilos que sobreviven a una actividad metabólica sobre los 70°C. Cuando los

sustratos fácilmente asimilados han sido metabolizados, la tasa de actividad microbiana disminuye y la temperatura comienza a bajar.

### **Fase de enfriamiento.**

Durante esta fase, la temperatura baja a condiciones mesófilas (menos los 45°C), los microorganismos mesófilos retoman su importante actividad metabólica. Durante la fase de enfriamiento aparecen otras especies termófilas y mesófilas. En los 30°C una población mayor coloniza el compost; a estos pertenecen los hongos "tintas". La composición del compost cambia, y la primera flora de hongos no encuentra el aumento que necesitan. Su lugar lo ocupan otros hongos que son capaces de descomponer la lignina y otros componentes difíciles.

### **Fase de estabilización.**

Durante esta última fase la temperatura baja y corresponde a la temperatura ambiental. Las fases finales del compost conducen a la actividad de los hongos, de actinomicetos y de un gran número de pequeños animales como cucarachas y pequeños insectos. Estas actividades son esenciales para la humificación de materias orgánicas.

Todas las materias descritas terminan por degradarse con el tiempo y a menudo más allá de las fases habituales del proceso biológico del compostaje. La lignina se descompone solo de una manera lenta y los materiales queratinosos (carne, cuero, etc.) pueden ser recalcinados.

La celulosa es relativamente resistente a la biodegradación si ésta es asociada a la lignina como lignocelulosa, tal como se la encuentra por ejemplo en el aserrín o paja. La unión de agentes de conservación y de aditivos, por ejemplo aquellos utilizados para la elaboración de papel bond o parafina, puede convertir a estos materiales aún más resistentes a la biodegradación.

Al final del proceso a un estado avanzado de maduración y estabilización, la tasa de actividad de hongos actinomicetos es más elevada mientras que la actividad bacteriana comienza a disminuir. Algunas especies de microorganismos mesófilos y termófilos descomponen de manera activa importantes polímeros, tales como celulosa y lignina.(Eras, 2009).

### **Microorganismos catalizadores en los residuos orgánicos compostados.**

Para Emison (*s.f.*), una cantidad de pequeños animales y organismos participan en la elaboración del compost. Todos ellos tienen sus exigencias especiales para poder actuar bien, casi todo lo que ocurre durante el proceso depende de lo que ocurra a su alrededor.

La pila de compost es realmente una granja microbiológica. Las bacterias comienzan el proceso de fermentación de la materia orgánica, a los hongos y bacterias, pronto se unen a los actinomicetos, y después miriápodos, insectos y gusanos de tierra hacen un trabajo.

En la primera etapa del compost aparecen las bacterias y hongos mesófilos, con predominio de las primeras. Cuando la temperatura llega alrededor de los 40°C, aparecen las bacterias, los hongos termófilos y los primeros actinomicetos por encima de los 75°C cesa la actividad microbiana, a lo largo del proceso van apareciendo formas resistentes de los microorganismos cuando las condiciones de temperatura hacen imposible su actividad, al bajar de nuevo la temperatura, reaparecen las formas activas detectándose también la actividad de protozoos, nematodos, miriápodos, etc.

Según Eghball *et al* (1997), las bacterias son abundantes, puede haber millones en un gramo, e invaden los residuos comiéndolos y digiriéndolos, rompiéndolos en formas más simples para que otras bacterias y organismos los consuman como grupo, las bacterias pueden comer cualquier cosa.

La cantidad de bacterias en los residuos municipales (domiciliarios) fluctúan alrededor de 100 millones/g. (peso húmedo) y de estos sobre 10 000 son formadores de esporas. Las bacterias que se encuentran en los residuos, se encuentran en gran medida en la tierra, diferentes especies. Entre estas especies mesófilos y termófilas.

Sáez (2000), define que la temperatura es una variable importante en el compost, pues en función de la temperatura diferentes especies bacterianas serán más o menos activas. Los microorganismos criófilos, mesófilos y termófilos funcionan mejor dentro de genes de temperaturas específicas.

### **Los criófilos.**

Este tipo de microorganismos pueden trabajar en temperaturas debajo de 0°C (tan bajo como -18°C), pero son muy activos alrededor de 13°C, frecuentemente generan calor suficiente para crear condiciones optimas para el próximo grupo de bacterias llamado mesófilas.

### **Los mesófilos.**

Esta es la gama de bacterias que operan en temperaturas entre 15 y 45°C, el calor generado como subproducto del trabajo de los mesófilos levantara la temperatura en la pila aúnmas, creando condiciones apropiadas para el compostaje termofílico.

### **Los Actinomicetos.**

Son una forma parecida de hongos, y siguen en número a las bacterias. Asumen la dirección durante las etapas finales de descomposición, y son frecuentemente productores de antibióticos que inhiben crecimiento bacteriológico. Son especialmente importantes en la formación de humus, liberando carbón, nitrógeno de nitrato y amonio, haciendo alimentos disponibles a plantas.

### **Los Actinomicetos.**

Es una especie de hongos que crecen en forma de micelio. Existen casi solo en la tierra, estiércol y en el compost. Pueden descomponer una gran parte de las más difíciles uniones en los restos de vegetales muertos. Muchos de estos actinomicetos son activos en la degradación de la celulosa en la parte de temperatura mesófila, pero también hay especies termófilas, como por ej.: *Thermoactinomyces*.

Sztern y Pravia (1999), considera que los actinomicetos son menos numerosos que las bacterias y uno de los factores favorables para su presencia es la abundancia de calcio, que proporciona una condición neutra o ligeramente alcalina.

Haug (1993), expone que otro factor importante a tener en cuenta es la humedad; aunque los actinomicetos necesitan humedad para su crecimiento, sus esporas pueden soportar prolongadas sequías durante más tiempo que otros microorganismos, hasta el punto que pueda llegar a dominar la población edáfica.

**Los nemátodos.**

Son los invertebrados más abundantes en el suelo. Algunos viven sobre la materia orgánica en descomposición, mientras otros son predadores sobre otros nematodos, bacterias, algas, protozoos y esporas de hongos.

**Los ácaros de fermentación.**

También llamados ácaros de molde, son transparentes, y se alimentan sobre levaduras de materia orgánica. Estos ácaros son capaces de resistir las condiciones anaeróbicas por periodos moderados de tiempo, y pueden ser un indicador bueno de estas condiciones en el compost.

Mustin (1987), informa algunos géneros de microorganismos encontrados con frecuencia en los compost.

		<b>FAMILIAS</b>	<b>GÉNEROS</b>
<b>BACTERIAS</b>	Pseudomonadales Hipomicrobiales		<i>Pseudomonas, Nitrosomonas, Nitrobacter, Thiobacillus, Vibrio, Acetobacter.</i>
	Eubacteriales	Azotobacteriáceas Rhizobacteriáceas Acromobacteriáceas Enterobacteriáceas Lactobaciláceas Corinebacteriáceas Baciláceas	<i>Hypomicrobium (en lodos)</i> <i>Azotobacter, Beijerinckia</i> <i>Rhizobium</i> <i>Acromobácter, Flavobacterium</i> <i>Escherichia, Proteus, Aerobacter Serratía</i> <i>Streptococcus, Lactobacilus, Stafilococcus</i> <i>Corinebacterium, Arthrobácter</i> <i>Bacillus, Clostridium</i>
<b>ACTINOMICETOS</b>		Micobacteriáceas Actinomicetáceas Strerptomicetáceas	<i>Micobacterium (M. Tuberculosis)</i> <i>Nocardia, Pseudocardia</i> <i>Streptomices, Micromonospora, Termonospora, Termopolispora, Termoactinomices</i>
<b>HONGOS</b>	<b>SIFOMICETOS</b> Mixomicetos Mixomicetales Acrasiales		<i>Mixococus</i>
	<b>EUMICETOS</b> Zigomicetos Mucorales Entomoftorales Ascomicetos ( ≈ 30.000 especies) Protoascomicetos Euascomicetos Basidiomicetos		Parásitos de insectos y vegetales  <i>Lipomices, Candida, Torula, Rodotorula</i> <i>Penicilium, Aspergilus, Trichoderma</i> <i>Coprinus</i>

### **Metabolismo microbiano en el compost.**

Para Sáez (2000), el metabolismo microbiano es el conjunto de procesos por los cuales un microorganismos obtiene la energía y los nutrientes (carbono, por ejemplo) que necesita para vivir y reproducirse. Los microorganismos utilizan numerosos tipos de estrategias metabólicas distintas y las especies pueden a menudo distinguirse en base a estas estrategias. Las características metabólicas específicas de unos microorganismos constituyen el principal criterio para determinar su papel ecológico, su responsabilidad en los ciclos biogeoquímicos y su utilidad en los procesos:

#### **La fermentación.**

En el proceso de fermentación se distinguen las siguientes fases: de latencia y crecimiento, que es el tiempo que necesitan los microorganismos para adaptarse a su nuevo medio y comenzar a multiplicarse. Esta fase puede durar de 1 a 4 días alcanzando una temperatura de más de 50°C. En la fase *termófila*, los microorganismos iniciales son remplazados por otros que su hábitat les permite vivir a temperaturas altas (termófilos). Es en esta fase que la actividad bacteriana es alta y la temperatura oscila entre 50 a 70°C, lo que elimina los gérmenes patógenos, larvas y semillas. Es en esta fase termófila en que la mayor parte de la materia orgánica se transforma, por lo que la masa se estabiliza. La fase de maduración es el periodo de fermentación lenta. Los microorganismos termófilos disminuyen su actividad dando lugar a otros como hongos que continúan el proceso de descomposición, los basidiomicetos degradan la lignina, los actinomicetos descomponen la celulosa.

#### **La aireación.**

La aireaciones necesaria para garantizar el proceso aerobio, para suministrar oxígeno y para que pueda desprenderse el CO<sup>2</sup>.



### **Respiración Aeróbica**

El compostaje aerobio consume grandes cantidades de oxígeno. Durante los días iniciales del proceso, los componentes degradables de la materia prima son rápidamente metabolizados. Es por esa razón la necesidad de oxígeno y la producción de calor en esta primera etapa para luego decrecer paulatinamente. Si el oxígeno fuese escaso el proceso sería lento. Un mínimo de la concentración de oxígeno de un 5% entre los poros-espacios del compost es necesario (el aire contiene cerca del 21% de oxígeno). La falta de oxígeno provocaría un proceso anaerobio del material. Una descomposición anaerobia envuelve un tipo diferente de microorganismos y una reacción bioquímica diferente.(Sáez, 2000).

### **Respiración Anaeróbica.**

El mismo autor manifiesta que la digestión anaerobia es un proceso al que se someten los residuos sólidos urbanos para obtener de ellos biogás y compost. Esta degradación implica la actuación en serie de unas determinadas familias de bacterias: - Fase hidrolítica: fase principal ya que es imprescindible que la materia orgánica se encuentre disuelta para que las bacterias seguidamente puedan actuar.

- Fase acetogénica: las moléculas se convierten en ácidos simples (el más importante es el acético).
- Fase metanogénica: es la única fase estrictamente anaerobia en la que las bacterias convierten el ácido acético en metano y CO<sup>2</sup>.

Benzing (2001), divulga la siguiente clasificación de los microorganismos de los compost según sus funciones bioquímicas.

<b>Grupo</b>	<b>Nivel de Acción</b>	<b>Transformaciones</b>
<b>Ciclo del Carbono</b>		
Bacterias, Actinomicetos y hongos	Aminolíticos	del almidón
Bacterias, Actinomicetos y hongos	Pectinolíticos	de las pectinas
Bacterias, Actinomicetos y hongos	Hemicelulolíticos	de las hemicelulosas
Actinomicetos y hongos	Celulolíticos aerobios	de la celulosa en aerobiosis
	Celulolíticos anaerobios	de la celulosa en anaerobiosis
Actinomicetos y hongos	Lignolíticos	de la lignina
Actinomicetos y hongos	Quitinolíticos	de la quitina
<b>Ciclo del Nitrógeno</b>		
Bacterias	Fijadoras Nitrógeno (aerobias)	de N <sub>2</sub> (atm) a nitrógeno celular
Bacterias	Fijadoras Nitrógeno (anaerobias)	de N <sub>2</sub> (atm) a nitrógeno celular
Bacterias	Proteolíticas	de proteínas y polipéptidos a ácidos aminados
Bacterias	Amonificantes	de ácidos aminados, urea y ácidos nucleicos a amoníaco
Bacterias	Nitrificantes	del amonio a nitritos y nitratos
Bacterias	Desnitrificantes	de nitritos y nitratos a N <sub>2</sub>
<b>Ciclo del Azufre</b>		
Bacterias	Mineralización del azufre	de moléculas orgánicas azufradas a sulfatos

De acuerdo a Comandó (2006), siempre que se pretenda producir compost, la aireación, la selección y combinación de distintos componentes de fracción orgánica con distintas proporciones de relación C/N deben ser las claves para que resulte una buena calidad. Por eso se recomienda el empleo de residuos de jardinería como material que aporta nutrientes básicos, como son nitrógeno, fósforo y potasio.

## **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Características del sitio experimental.**

La presente investigación se realizó en los terrenos de la granja experimental "San Pablo" de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo, con coordenadas geográficas 79° 32' de longitud Oeste y 01° 49' de latitud Sur y una altitud de 8,0 msnm.<sup>1</sup>

La zona presenta clima tropical, caracterizado por una temperatura media anual de 25°C, con humedad relativa de 76% y precipitación de 2791,4 mm/año. Las características del suelo donde se llevó a cabo este ensayo es de topografía plana, textura franco-arcillosa y drenaje regular.

### **3.2. Material experimental.**

Para la ejecución de la investigación se utilizaron desechos orgánicos de origen vegetal producidos en los barrios periurbanos como plantas herbáceas, arvenses y ruderables, existentes en espacios abandonados; vegetales originados en cocinas que están plenamente identificados en las zonas, y como fuentes de minerales se manipularon desechos de origen animal como el ganado vacuno y pollinaza, que son los desechos que más originan los barrios periféricos del cantón.

### **3.3. Factores estudiados.**

#### **3.3.1. Variable dependiente**

Métodos de Compostaje Aeróbicos.

#### **3.3.2. Variable independiente**

Diferentes dosis de degradadores de los residuos orgánicos (EM).

---

<sup>1</sup>Datos tomados en la Estación Agrometeorológica De LA FACIAG. 2011

### 3.4. Métodos.

Se utilizaron métodos deductivos- inductivos y análisis-síntesis y el empírico denominado experimental.

### 3.5. Tratamientos estudiados.

Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (EM) para la descomposición de la M.O. y Métodos de Compostaje aeróbicos, los cuales se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Tratamientos estudiados, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas compostaje)*
T1	Método Indore	0,8
T2	Método de Bangalore	0,8
T3	Método de Pfeiffer	0,8
T4	Método de Pain	0,8
T5	Método Bocashi	0,8
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0

### 3.6. Diseño experimental.

Se utilizó el diseño experimental Bloques Completos al Azar, con seis tratamientos y tres repeticiones.

#### i. Análisis funcional.

Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianzay para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades.<sup>2</sup>

---

\*Dosis recomienda para pilas de compostaje de: 1m de ancho; 2m de largo y 0.80 (1m) de alto.

### 3.6.1. Andeva

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	5
Repeticiones	2
Error experimental	10
Total	17

### 3.6.2. Características del área experimental:

Área total del ensayo: 198m<sup>2</sup>.

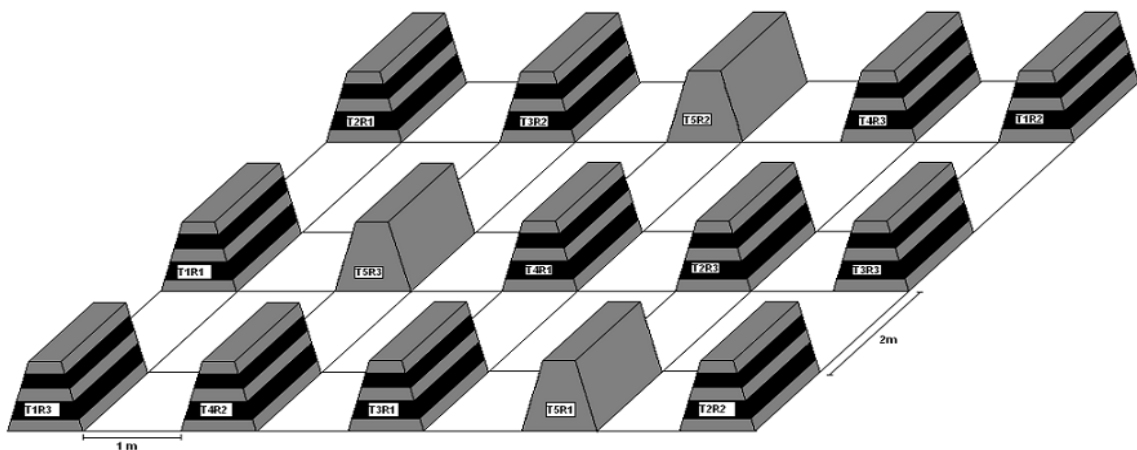
Área experimental: 36m<sup>2</sup>.

#### 3.6.2.1. Características de las composteras:

Largo: 2m

Ancho: 1m

Alto: 0.80



### **3.7. Manejo del ensayo.**

Se efectuaron las labores necesarias para el desarrollo de la investigación, tales como:

#### **3.7.1. Análisis de suelo.**

Definido el lugar para la investigación, se tomaron muestras de suelo que posteriormente fueron enviadas al Laboratorio de Análisis de Suelo de INIAP (Estación Experimental del Litoral Sur) para poder establecer el contenido inicial de materia orgánica, macro y micro elementos, pH, etc.

#### **3.7.2. Preparación del suelo.**

Se efectuó la limpieza del suelo, para posteriormente proceder a delinear con piola, flexómetro y estacas cada uno de los tratamientos.

#### **3.7.3. Construcción de pilas.**

Se emplearon los métodos: Pain, Indore, Peiffer, Bangalore, Bocashi y Descomposición natural.

Para fabricar el compost, se colocó en capas sucesivas los materiales orgánicos, de tal manera que se mezclaron en forma adecuada, teniendo presente algunos cuidados, tales como: que los materiales estén lo suficientemente húmedos pero no en exceso; regar un poco de agua para equilibrar la humedad en toda la masa a descomponerse y que las capas se alternen, unas ricas en carbono y otras ricas en nitrógeno.

#### **3.7.4. Incorporación de activadores de descomposición.**

Sobre los desechos orgánicos colocados en cada una de las unidades experimentales, se procedió a preparar los activadores de descomposición y se aplicaron de acuerdo a lo planificado en los tratamientos (Cuadro 1).

#### **3.7.5. Volteo de los desechos orgánicos.**

Se realizaron según la metodología que requiere cada uno de los compostajes de Indore, Peiffer, Bangalore, Pain, Bocashi y Descomposición natural.

#### **3.7.6. Riego.**

Se efectuó de acuerdo a la metodología de cada uno de los modelos de compostajes.

#### **3.7.7. Control de descomposición.**

Se efectuó el control de descomposición, por simple observación y aplicación del tacto, considerando los siguientes parámetros:

<b>Temperatura:</b>	Estabilidad constante
<b>Color:</b>	Se considerara el color café oscuro
<b>Olor:</b>	Su olor a tierra o mantillo de bosque
<b>Textura:</b>	Desmenuzado al tacto

#### **3.7.8. Muestreo.**

Una vez terminado el proceso de los compostajes se tomaron muestras de cada uno de los tratamientos, degradados, homogenizándolos con las muestras correspondientes a cada tratamiento en las diferentes

repeticiones, para depositarlos en fundas y enviarlos al laboratorio para su análisis respectivo.

### **3.7.9. Recolección y pesaje.**

Los sustratos logrados luego de la descomposición en cada unidad experimental, fueron tamizados, empacados, pesados y secados para establecer su peso final. Esta labor se efectuó al inicio y al terminar los compostajes.

### **3.8. Datos evaluados.**

Para estimar los efectos de los tratamientos, se evaluaron los datos siguientes:

#### **3.8.1. Temperatura**

Se determinó mediante un termómetro para tierra, a partir del segundo día de haber construido las pilas o montones al inicio y al final del ensayo.

#### **3.8.2. Porcentaje de humedad.**

El porcentaje de humedad se realizó por medio del tacto, que consistió en tomar con la mano una porción del material en cada unidad experimental, luego apretarlo fuertemente y constatar si se desprenden gotas de agua por efectos de la presión sobre el material. Esto se efectuó dos veces por semana, tratando de mantener la humedad de los estratos orgánicos en un 60%.

#### **3.8.3. pH de las Composteras.**

El pH de las composteras se determinó potenciométricamente, mediante el método de dispersión del suelo en agua o en solución salina acuosa, para esto la muestra fue previamente tamizada (2 ml) y luego



saturada con agua o cloruro de potasio a una concentración de (0,1 normal).

#### **3.8.4. Determinación de la materia orgánica.**

Para determinar el porcentaje de materia orgánica se empleó el método de Wakley y Black, basado en una oxidación de la materia orgánica del suelo.

#### **3.8.5. Determinación de Nitrógeno, Fosforo y Potasio**

Para la determinación de Nitrógeno se realizó el método de Kjeldal que consiste en la disgregación del suelo con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de catalizadores; para el Fosforo se empleó el método de Olsen modificado que se basa en la extracción con solución moderadamente alcalina de bicarbonato de sodio y para el Potasio se usó el fotómetro Breckman tipo 1400. Para la extracción se utilizó una solución de acetato de amonio 1 normal, pH7, ácido cítrico normal.

#### **3.8.6. Determinación de Carbono.**

Para la determinación de Carbono se empleó el factor llamado Van Benmel en que se usó para determinar la materia orgánica que generalmente posee el 58% de carbono promedio.

#### **3.8.7. Tiempo de descomposición.**

Es el tiempo que tardó la descomposición de los desechos orgánicos bajo los efectos de cada tratamiento a aplicarse en las diferentes unidades experimentales. Se contabilizó y se expresó en días.

### **3.8.8. Porcentaje de conversión.**

Fue el peso del material al incorporar los desechos orgánicos y el peso al recolectar el producto terminado de cada uno de los tratamientos, aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{Conversión} = \frac{(\text{Peso producto terminado})}{(\text{Peso desechos orgánicos incorporados})} \times 100$$

### **3.8.9. Rendimiento de Compost.**

Se determinó en diferentes lapsos de tiempo, en la medida en que los procesos de descomposiciones cumplan en cada tratamiento. El material procesado fue pesado y expresado en kg.

### **3.8.10. Desechos orgánicos no compostados.**

Estos elementos sobrantes luego del proceso de tamizado fueron pesados y expresados en kg.

### **3.8.11. Análisis físico-químico de la materia orgánica.**

Se realizaron en laboratorios, utilizando las muestras correspondientes del producto obtenido en los diferentes tratamientos al final del proceso de descomposición.

### **3.8.12. Análisis económico de los tratamientos.**

Se realizó en función del costo de producción y el valor económico del rendimiento obtenido del producto final, efectuado para obtener el beneficio económico en cada uno de los tratamientos, y se expresó en porcentaje y USD.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Temperatura.

Los valores promedios de temperatura inicial, media y final se observan en el Cuadro 2. El análisis de varianza no obtuvo diferencias significativas. Los promedios generales fueron 39,00; 49,14 y 19,86 °C y los coeficientes de variación 0,00; 2,48 y 2,39 %, respectivamente.

En temperatura inicial, todos los métodos obtuvieron una temperatura de 39,00 °C. En temperatura media, el método Pain, presentó el mayor valor 49,58 °C y el menor valor el testigo (descomposición natural) 48,89 °C. En temperatura final, el testigo registró el mayor valor con 20,11 °C, mientras que el método Pain tuvo el valor más bajo con 19,42 °C.

Cuadro 2. Valores de temperatura Inicial, Media y Final, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Temperatura		
			Inicial	Media	Final
T1	Método Indore	0,8	39,00	49,30	19,70
T2	Método de Bangalore	0,8	39,00	48,97	20,03
T3	Método de Pfeiffer	0,8	39,00	49,10	19,90
T4	Método de Pain	0,8	39,00	49,58	19,42
T5	Método Bocashi	0,8	39,00	49,01	19,99
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	39,00	48,89	20,11
Promedio			39,00	49,14	19,86
F. Cal.			ns	ns	ns
C.V. (%)			0,00	1,63	2,39

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Duncan  
ns= no significativo

#### **4.2. Porcentaje de humedad.**

En el Cuadro 3, se encuentran los valores promedios de porcentaje de humedad. El análisis de varianza en los tratamientos reportó diferencias significativas, el promedio general fue de 59,56 % y el coeficiente de variación 1,57 %.

En esta evaluación se obtuvo que los métodos de Pain y Testigo (Descomposición natural) presentaron el mayor porcentaje de humedad (60,13 %), estadísticamente igual a los métodos de Pfeiffer, Indore y Bocashi; y todos ellos superiores estadísticamente al método de Bangalore (58,00 %).

#### **4.3. pH de las composteras.**

Los valores promedios de pH de las composteras, se observan en el Cuadro 3. El análisis de varianza en los tratamientos registró diferencias significativas, el promedio general fue 6,80 y el coeficiente de variación 2,32 %.

En la variable pH de las composteras, el mayor valor lo presentó el método de Pfeiffer con 6,80; estadísticamente igual a los métodos de Indore, Bangalore, Testigo (descomposición natural) y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, encontrándose el menor valor en el método Bocashi con 6,37.

Cuadro 3. Porcentaje promedio de humedad y pH de las composteras, en evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

<b>Tratamientos Métodos</b>		<b>Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)</b>	<b>% de Humedad</b>	<b>pH de las composteras</b>
T1	Método Indore	0,8	59,10	6,57
T2	Método de Bangalore	0,8	58,00	6,57
T3	Método de Pfeiffer	0,8	59,97	6,80
T4	Método de Pain	0,8	60,13	6,47
T5	Método Bocashi	0,8	60,03	6,37
T6	Testigo (descomposición natural)	2,0	60,13	6,60
Promedio			59,56	6,56
F. Cal.			*	*
C.V. (%)			1,57	2,32

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Duncan

\* = significativo

#### **4.4. Determinación de Materia Orgánica.**

En el Cuadro 4, se encuentran los valores promedios de determinación de materia orgánica. El análisis de varianza en los tratamientos reportó diferencias significativas, el promedio general fue 265,28 mg/1000g de compost y el coeficiente de variación 4,20 %.

En esta evaluación se obtuvo que el testigo (descomposición natural) presentó el mayor valor (285,33 mg/1000g de compost), estadísticamente igual a los métodos Bocashi, Pain, Pfeiffer y estos superiores estadísticamente a los demás tratamientos, reportando el menor valor el método Bangalore (244,00 mg/1000g de compost).

#### **4.5. Determinación de Nitrógeno.**

En el mismo Cuadro 4, también se observan los valores promedios de Nitrógeno. Obtenido el análisis de varianza en los tratamientos no logró diferencias significativas, el promedio general fue 4,68% y el coeficiente de variación 6,31 %.

En esta variable, el método de Pain alcanzó el mayor valor 4,92 % y el menor valor el método de Bangalore 4,37 %.

#### **4.6. Determinación de Fosforo.**

Se determinó diferencias altamente significativas en contenido de Fosforo. El promedio general fue de 4,34 % y el coeficiente de variación 3,15 %.

En esta evaluación se encontró que el método Bocashi logró el mayor valor 4,87 %, estadísticamente igual a los métodos de Pain y el testigo (descomposición natural) (Cuadro 4); y ellos superiores estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el método de Bangalore con menor valor 3,73 %.

#### **4.7. Determinación de Potasio.**

Con respecto al potasio, los tratamientos reportaron diferencias altamente significativas. El promedio general fue 0,94 % y el coeficiente de variación 3,62 %.

El mayor valor lo presentó el método de Pain con 1,01 %, estadísticamente igual al método de Bangalore y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, consiguiendo el menor valor el método de Indore con 0,87 %. (Cuadro 4).

#### **4.8. Determinación de Carbono**

Igualmente en el mismo Cuadro 4, reporta los valores promedios de contenido de carbono. El análisis de varianza en los tratamientos indicó diferencias altamente significativas. El promedio general fue 6,69 % y el coeficiente de variación 1,58 %.

En esta evaluación se observó que el método Testigo (Descomposición Natural) presentó el mayor valor 6,96 %, estadísticamente igual al método Pain y Bocashi, estos superiores estadísticamente a los demás tratamientos, logrando el menor valor el método Indore 6,38 %.

Cuadro 4. Valores de materia orgánica, N, P, K y C, en compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje )	Contenidos en residuos orgánicos.				
			Materia Orgánica *g/1000g de compost	N	P	K	C
T1	Método Indore	0,8	247,33 b	4,40b	3,74	0,87 c	6,38
T2	Método de Bangalore	0,8	244,00 b	4,37c	3,73	0,95 ab	6,49
T3	Método de Pfeiffer	0,8	263,67 ab	4,87ab	4,13	0,93 bc	6,60
T4	Método de Pain	0,8	271,67 a	4,92a	4,76	1,01 a	6,83
T5	Método Bocashi	0,8	279,67 a	4,74a	4,87	0,93 bc	6,89
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	285,33 a	4,80a	4,82	0,93bc	6,96
Promedio			265,28	4,68	4,34	0,94	6,69
F. Cal.			*	ns	**	**	**
C.V. (%)			4,20	6,31	3,15	3,62	1,58

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Duncan

ns= no significativo \* = significativo \*\* = altamente significativo

\*

\* g/ 1000 g de compost= Material Orgánico descompuesto utilizado para realizar análisis de: Materia orgánica, N, P, K Y C; en el laboratorio.



#### **4.9. Tiempo de descomposición.**

En el Cuadro 5, se presentan los valores promedios de tiempo de descomposición. El análisis de varianza en los tratamientos reportó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 152,11 días y el coeficiente de variación 0,33 %.

En esta evaluación se observó que el método Bocashi obtuvo el mayor valor 158,33 días, estadísticamente superior al resto de tratamientos, consiguiendo el método de Pfeiffer el menor valor 148,33 días.

#### **4.10. % de conversión.**

Los valores promedios de % de conversión, se registran en el Cuadro 5. El análisis de varianza en los tratamientos logró diferencias altamente significativas, el promedio general fue 70,67 % y el coeficiente de variación 4,06 %.

En la variable % de conversión, el mayor valor lo presentó el método de Pfeiffer con 76,33 %; estadísticamente igual al método de Indore y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, registrando el menor valor el Testigo (Descomposición natural) con 64,33 %.

Cuadro 5. Valores de tiempo de descomposición y porcentaje de conversión, en evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

<b>Tratamientos Métodos</b>		<b>Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)</b>	<b>Tiempo de descomposición /Días</b>	<b>% de conversión</b>
T1	Método Indore	0,8	151,00	76,00 a
T2	Método de Bangalore	0,8	156,00	66,33 bc
T3	Método de Pfeiffer	0,8	148,33	76,33 a
T4	Método de Pain	0,8	150,00	70,67 b
T5	Método Bocashi	0,8	158,33	70,33 b
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	149,00	64,33 c
Promedio			152,11	70,67
F. Cal.			**	**
C.V. (%)			0,33	4,06

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Duncan

\*\* = altamente significativo

#### **4.11. Rendimiento del compost.**

En el Cuadro 6, se presentan los valores promedios de rendimiento del compost. El análisis de varianza en los tratamientos logró diferencias altamente significativas, el promedio general fue 13802,78kg/ha y el coeficiente de variación 1,40 %.

En esta variable, el método de Pfeiffer alcanzó el mayor valor (14296,30 kg/ha), estadísticamente igual a los métodos de Indore y Pain; y aquellos superiores estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el menor valor el testigo (descomposición natural) (13000,00 kg/ha).

#### 4.12. Desechos orgánicos no compostados.

En este Cuadro 6, también se encuentran los valores promedios de desechos orgánicos no compostados. El análisis de varianza en los tratamientos reportó diferencias significativas, el promedio general fue 16,58 kg y el coeficiente de variación 6,84 %.

En esta evaluación se registra que el testigo (descomposición natural) presentó el mayor valor (18,20 kg), estadísticamente igual a los métodos de Bangalore, Indore, Pain, Bocashi y estos superiores estadísticamente al método de Pfeiffer con el menor valor (14,90 kg).

Cuadro 6. Rendimiento promedio del compost y desechos orgánicos no compostados, en evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

<b>Tratamientos Métodos</b>		<b>Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)</b>	<b>Rendimiento del compost Kg/Ha</b>	<b>Desechos orgánicos no compostados Kg/Ha</b>
T1	Método Indore	0,8	14270,37 a	16,07
T2	Método de Bangalore	0,8	13314,81 c	17,63
T3	Método de Pfeiffer	0,8	14296,30 a	14,90
T4	Método de Pain	0,8	14046,30 ab	15,97
T5	Método Bocashi	0,8	13888,89 b	16,73
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	13000,00 c	18,20
Promedio			13802,78	16,58
F. Cal.			**	*
C.V. (%)			1,40	6,84

Promedios con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Duncan

\* = significativo \*\* = altamente significativo

#### **4.13. Análisis físico-químico de la materia orgánica.**

El análisis físico - químico de la materia orgánica se observa en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Valores de análisis físico - químico, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

<b>Elemento</b>	<b>Contenido</b>
PH	6,6
Materia orgánica	245 mg/g
CIC	7,77 dS/m
Nitrógeno	4,52%
Fósforo	3,66 %
Potasio	0,84 %
Calcio	14,12%
Magnesio	0,89 %
Cobre	224 ppm
Zinc	232%
Hierro	0,91%

#### **4.14. Análisis económico.**

En los Cuadros 9 y 10 se observan los costos fijos y análisis económico/ha. El costo de producción fue de \$ 1554,75 y el mayor beneficio neto se presentó utilizando el método Pfeiffer, con \$ 1304,51.

Cuadro 8. Costos fijos/ha, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

ACTIVIDAD	Unidad de medida	Cant.	Costo Unitario	Total
<b>Preparación de suelos</b>				
Análisis de Suelo		1	15,00	15,00
Análisis de Agua		1	22,85	22,85
Limpieza del terreno		1	15,00	15,00
<b>Costos de materiales</b>				
Instalación del sistema de riego (Implementos)	L	1	40,00	40,00
Tanques para mezcla de Em 1	L	1	10,00	10,00
Plástico de polietileno	L	1	114,00	114,00
Palas	L	4	8,00	32,00
Picos	L	2	8,00	16,00
Baldes	L	3	4,00	12,00
Piolas	L	1	3,00	3,00
Saquillos	L	20	0,18	3,60
Balanza electrónica	L	1	48,00	48,00
Malla para zaranda	L	1	7,00	7,00
Fundas para muestras de análisis	L	100	0,02	2,00
Latillas	L	72	0,18	12,96
Listones de madera	L	18	1,00	18,00
Clavos	L	100	0,02	2,00
Termómetros	L	1	18,00	18,00
Transporte de material orgánico	L	5	5,00	25,00
EM 1(Microorganismo Eficientes)	200/L	2	23,50	47,00
<b>Gastos administrativos</b>				
Recolección de material	L	4	10,00	40,00
Limpieza del terreno	L	4	10,00	40,00
Riego	L	1	8,00	8,00
Volteo de desechos orgánicos	L	3	12,00	36,00
Cernida del material orgánico	L	6	10,00	60,00
Recolección de humus	L	6	8,00	48,00
Pesaje	L	6	8,00	48,00
Análisis de materia orgánica	L	18	35,00	630,00
<b>Gastos de distribución</b>				
Transporte	L	2	20,00	40,00
<b>Subtotal</b>				<b>1.413,41</b>
Imprevistos				141,341
<b>Total</b>				<b>1.554,75</b>

Cuadro 9. Análisis Económico/ha, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Rend.		Costos de producción \$	Beneficio Bruto \$	Beneficio Neto \$
		kg/ha	Sacos/ha			
T1	Método Indore	14270,37	285,41	1554,75	2854,07	1299,32
T2	Método de Bangalore	13314,81	266,30	1554,75	2662,96	1108,21
T3	Método de Pfeiffer	14296,30	285,93	1554,75	2859,26	1304,51
T4	Método de Pain	14046,30	280,93	1554,75	2809,26	1254,51
T5	Método Bocashi	13888,89	277,78	1554,75	2777,78	1223,03
T6	Testigo (Descomposición natural)	13000,00	260,00	1554,75	2600,00	1045,25

Venta ( qq): \$ 10,00

## **V. DISCUSIÓN**

La evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo presentó respuestas favorables, coincidiendo con Eras (2009), que el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, como el compost durante el proceso físico, químico y microbiológico pasa por cuatro fases bien diferenciadas, sobre las cuales se debe realizar un control minucioso para determinar correctamente el control de su estructura.

La temperatura inicial se mantuvo al inicio en todos los tratamientos, posteriormente se elevó y al final se estableció con un promedio de 19,86 °C. Concordando con Stoffella (2005), que la temperatura de acuerdo a las fases por las que atraviesa la descomposición de la materia orgánica, va cambiando gradualmente hasta alcanzar un máximo de 70°C para luego descender y estabilizarse.

El rango del pH en los tratamientos oscilo entre 6,80 y 6,37; indudablemente corrobora lo manifestado por el mismo autor, quien indica que en el proceso de compostaje es relativamente insensible al pH, dentro del rango común encontrado en las mezclas de material orgánico debido a la gran variedad de los microorganismos involucrados. Lo ideal es un pH entre 6,5 – 8,0 pero la capacidad natural del proceso hace posible un rango más amplio. El compostaje puede funcionar efectivamente entre 5,5 y 9,0 pH. Asimismo expresa sobre el tiempo necesario para la transformación de la materia orgánica a compost, depende de varios factores incluyendo el material utilizado, temperatura, humedad, frecuencia de aireación y una humedad apropiada y el ratio C: N, más la frecuencia de aireación aseguran un periodo de compostaje más corto. También depende del uso que se le quiera dar al producto final, lo cual en la investigación sobresalió el método Pfeiffer.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo a la interpretación de los resultados experimentales, se deducen las siguientes conclusiones:

1. La evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo, obtuvo excelentes resultados.
2. En la temperatura inicial, todos los tratamientos reportaron 39 °C, mientras que la temperatura media elevó sus valores, decayendo en la temperatura final, el cual reportó el mayor valor el testigo (Descomposición natural), con 20,11 °C.
3. Los métodos Pain y Testigo (Descomposición natural) obtuvieron mayor porcentaje de humedad (60,13) y el método Pfeiffer el mayor pH de las composteras (6,80).
4. El tratamiento Testigo (descomposición natural), presentó mayor cantidad de Materia Orgánica (285,33 mg/1000 g de compost); el tratamiento Bocashi obtuvo mayor porcentaje de Fósforo (4,87 %); en comparación con el método Pain, que sobresalió con mayor cantidad de Nitrógeno (4,92 %) y Potasio (1,01 %) y el método Testigo (Descomposición natural) con mayor contenido de Carbono (6,96 %).
5. El método Pfeiffer se descompuso en menor tiempo, con 148,33 días, obteniendo mayor porcentaje de conversión 76,33%.



6. El mayor rendimiento con 14296.30 Kg, se encontró en el método Pfeiffer y el tratamiento testigo (descomposición natural), registró mayor valor en los desechos orgánicos no compostados 18,20 kg.
7. Todos los métodos obtuvieron resultados rentables, destacándose el método Pfeiffer con mayor beneficio neto \$1304,51.

***Por las conclusiones expuestas se recomienda:***

1. Utilizar como adecuado compostaje, el método Pfeiffer, por presentar mayor temperatura, adecuadas cantidad de materia orgánica, N, P, K y C, menor tiempo de descomposición y beneficio neto.
2. Efectuar estudios sobre compostajes producidos con residuos orgánicos en diferentes zonas Periurbanas de la provincia de Los Ríos.
3. Utilizar compost como abono orgánico en diferentes cultivos para observar respuesta en el rendimiento de los mismos.

## **VII. RESUMEN**

La presente investigación, se realizó en los terrenos de la granja experimental "San Pablo" de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo, a una altitud de 8,0 msnm. En la ejecución de la investigación se utilizaron desechos orgánicos de origen vegetal producidos en los barrios periurbanos como plantas herbáceas, arvenses y ruderables; vegetales originados en cocinas y como fuentes de minerales se manipularon desechos de origen animal como el ganado vacuno y pollinaza, que más se originan los barrios periféricos del cantón. Los tratamientos estuvieron constituidos por Microorganismos Eficientes (EM) para la descomposición de la M.O. y Métodos de Compostaje aeróbicos, como: Indore, Bangalore, Pfeiffer, Pain, Bocashi y Testigo (Descomposición natural). Se utilizó el diseño experimental Bloques Completos al Azar, con seis tratamientos y tres repeticiones, determinando la diferencia estadística entre las medias con la prueba de Duncan.

Se realizó el análisis de suelo, preparación del suelo, construcción de pilas, incorporación de activadores de descomposición, volteo de los desechos orgánicos, riego, control de descomposición, muestreo y recolección y pesaje. Para estimar los efectos de los tratamientos, se evaluó temperatura, porcentaje de humedad, pH de las composteras, determinación de la materia orgánica, Nitrógeno, Fosforo, Potasio y Carbono, tiempo de descomposición, porcentaje de conversión, rendimiento de compost, desechos orgánicos no compostados, análisis físico-químico de la materia orgánica y análisis económico.

Deduciendo los resultados se determinó que la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo, obtuvo excelentes resultados; en la temperatura inicial, todos los tratamientos reportaron 39 °C, mientras que la temperatura media elevó sus valores, decayendo en la temperatura final, el cual reportó el mayor valor el testigo (descomposición natural), con 20,11 °C; los métodos Pain y Testigo (Descomposición natural) obtuvieron mayor porcentaje de humedad (60,13 %) y el método Pfeiffer el mayor pH de las composteras (6,80); el tratamiento testigo (descomposición natural) presentó mayor cantidad de Materia Orgánica (285,33 mg/1000 g de compost) el método Bocashi obtuvo el mayor porcentaje en Fósforo (4,87 %); en comparación con el método Pain, que sobresalió con mayor cantidad de Nitrógeno (4,92 %) y Potasio (1,01 %) y el método Testigo (Descomposición natural) con mayor contenido de Carbono (6,96 %); el método Pfeiffer se descompuso en menor tiempo, con 148,33 días, obteniendo mayor % de conversión, con 76,33 %. El mayor rendimiento, con 14296.30 kg, se encontró en el método Pfeiffer y el tratamiento testigo (descomposición natural) registró mayor valor en los desechos orgánicos no compostados (18,20 kg).

## VIII. SUMMARY

The present investigation, was carried out in the lands of the experimental farm "San Pablo" of the Ability of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located in the km 7,5 of the road Babahoyo-Montalvo, to an altitude of 8,0 msnm. In the execution of the investigation organic waste of vegetable origin were used taken place in the neighborhoods periurbanos like herbaceous plants, arvenses and ruderales; vegetables originated in kitchens and I eat sources of minerals waste of animal origin they were manipulated as the bovine livestock and pollinaza that more they originate the outlying neighborhoods of the canton. The treatments were constituted by Efficient Microorganisms (EM) for the decomposition of the M.O. and Methods of Compostaje aeróbicos, as: Indore, Bangalore, Pfeiffer, Pain, Bocashi and Witness (natural Decomposition). the design experimental Complete Blocks was used at random, with six treatments and three repetitions, determining the statistical difference among the stockings with the test of Duncan.

He/she was carried out the floor analysis, preparation of the floor, construction of piles, incorporation of activators of decomposition, I turn of the organic waste, I water, control of decomposition, sampling and gathering and pesaje. To estimate the effects of the treatments, it was evaluated temperature, percentage of humidity, pH of the composteras, determination of the organic matter, Nitrogen, Match, Potassium and Carbon, time of decomposition, conversion percentage, compost yield, waste organic non compostados, physical-chemical analysis of the organic matter and economic analysis.

Deducing the results was determined that the compostajes evaluation taken place with organic residuals of areas periurban of the canton

Babahoyo, obtained excellent results; in the initial temperature, all the treatments reported 39 0C, while the half temperature elevated their values, decaying in the final temperature, which reported the biggest value the witness (natural decomposition), with 20,11 0C; the methods Pain and Bocashi obtained bigger percentage of humidity (60,13%) and the method Pfeiffer the biggest pH in the composteras (6,80); the treatment witness (natural decomposition) it presented bigger quantity of Organic Matter (285,33 mg/g); in comparison with the method Pain that stood out with bigger quantity of Nitrogen (4,92%) and Potassium (1,01%) and the method Testig with more content of Carbon (6,96%); the method Pfeiffer broke down in smaller time, with 148,33 days, obtaining bigger conversion%, with 76,33%. The biggest yield, with 14296.30 kg, was in the method Pfeiffer and the treatment witness (natural decomposition) it registered bigger value in the waste organic non compostados (18,20 kg).

## **IX. LITERATURA CITADA**

- Benzing, A. 2001. "Agricultura Orgánica, Fundamentos Para la Región Andina", Editorial Neckar – Verlag 2001, Alemania. pp. 252-289.
- Benzing, A. 2001. Estudio de la estabilidad durante el compostaje de residuos municipales.
- Burbano, H. 2002. "El Suelo: Una Visión Sobre sus Componentes Bioorgánicos", Universidad de Nariño, Pasto Colombia 2002, pp. 92, 93.
- Canigua, J. 2002. Carbono orgánico. ILLPA. Revista de la Estación Experimental ILLPA, Puno, Perú.
- Comando, A. 2006. Optimización del Compostaje de Residuos sólidos urbanos en proceso de serie Anaerobio-aerobio. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. España
- Eghball, B., Power, J., Gilley, J. and Doran, J. 1997. Nutrient carbon and mass loss during composting of beef cattle feedlot manure. Journal of environmental quality (USA).
- Eras, B. 2009. Gestión Integral de Los Desechos Sólidos Orgánicos para la Obtención de Compost en el Campo Lago Agrario de Petro producción. Tesis de Ingeniero en Gestión Ambiental. Quevedo.
- Emison. s/f. Condicionantes del Compostaje. (en línea). Consultado el 18 jul. 2008. Disponible en [http://compost\(bacterias\)](http://compost(bacterias)).


- Forster, D., Amini, M., Menzi, H. yLennartz, B., 2009a. Exploring spatially explicit crop rotation models for peri-urban agricultural production systems. submitted to Agricultural Systems.
- García, C. 1990. "Estudio del compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola". Tesis Doctoral. Facultad de CienciasQuímicas y Matemáticas. Universidad de Murcia. Murcia.
- Garriguez. 2003. Manual para la Gestión Integral de los Residuos Urbanos.
- Haug, R. 1993. "The Practical Handbook of Compost Engineering" Editorial Lewis, California EEUU, 1993, pp. 1- 403
- Manual para la producción orgánica en la agricultura urbana. 2008. Habana-Cuba.
- Martínez, M. 2001. "Agricultura Biológica", Dormarthy Ltda., Bogotá Colombia, 2001, pp. 70 – 75
- Mougeot, L. 2006. *Growing better cities. urban agriculture for sustainable development*, IDRC (International Development Research Centre), Ottawa, Canada.
- Neira, P. 2001. La roca fosfórica, un fertilizante natural y ecológico de aplicación directa en suelos agrícolas ecuatorianos. Estudios ecológicos. El agro. Guayaquil
- Pumisacho, M. 2002. "El Cultivo de la Papa en Ecuador", INIAP – CIP, Quito Ecuador, 2002, pp. 95,96.

- Rodale, J. 1973. "The Complete Book of Composting", EMMAUS, Pennsylvania EEUU, 1973, pp. 19 – 847.
- Sáez, A.2000. Métodos para mejorar la calidad del compost de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Seija, C. 2011. Revisión de experiencias urbanas y periurbanas de cria animal como alternativa de seguridad alimentaria E-mail: cseija@gmail.com Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA). Revista de Investigación Agraria y Ambiental como alternativa de seguridad alimentaria.
- Solans, X. 2003."Plantas de Compostaje Para el Tratamiento de Residuos: Riesgos Higiénicos"(en línea). Consultado el 3 de Agosto del 2012. Disponible en <http://www.cempre.org.uy/index>.
- Stoffella. 2005. Utilización del compost en los sistemas de cultivo hortícola. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Suquilanda, M. 1995; "AGRICULTURA ORGANICA: Alternativa Tecnológica del futuro", Ediciones UPS Fundagro AbyaYala; Quito-Ecuador, pp. 141,165,166,172-215
- Sztern, D. y Pravia, M. 1999, "Manual Para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos" (en línea). Consultado el 28 de Julio del 2005. Disponible en <http://www.ops.org.uy/pdf/compost.pdf> (Internet 1)



# ANEXOS

## Análisis de suelos



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
Ave. 26 Via Duran - Tambo Ajdos. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador  
 Teléfono: 042724260 Fax: 042724261 e-mail: mboveto.pca@iniap.gob.ec

*"Laboratorio de ensayo  
 acreditado por el OAE  
 con acreditación N° OAE LE C 11-007"*

### INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL REGISTRADO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	JACINTO INTRIAGO	Nombre :	UTB	Informe No. :	0012372	Factura No. :	5977
Dirección :	N/E	Provincia :	LOS RIOS	Responsable Muestreo :	Claudia	Fecha Análisis :	08/03/2012
Ciudad :	BABAHOYO	Cantón :	BABAHOYO	Fecha Muestreo :	02/08/2012	Fecha Emisión :	09/03/2012
Teléfono :	N/E	Parroquia :	N/E	Fecha Ingreso :	02/08/2012	Fecha Ingresión :	17/03/2012
Fax :	N/E	Ubicación :	UNIVERSIDAD TECNICA DE BA	Condiciones Ambientales :	TC: %H:	Cultivo Actual :	BARBECHO

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
41196	MUESTRA - 1	6.0 (79)	* N <sup>o</sup> N	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	* Fe	* Mn	* B	* Cl
			38 M	45 A	140 M	3447 A	397 A	30 A	4.1 M	15.9 A	227 A	34.2 A	0.51 M	

Abreviatura	Unidad	pH
N <sup>o</sup> , P, K, Ca, Mg, S	Mg	N
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Al	U
B	Meq	U
Me	Meq	U
A	Meq	U

Abreviatura	Unidad	Equivalente
N <sup>o</sup> , P	Equivalente	Otro
K, Ca, Mg	Equivalente	Meq/100g
Zn, Cu, Fe, Mn	Alémbic	ppm A.C.
B	Equivalente	Meq/100g
Me	Equivalente	Meq/100g
A	Equivalente	Meq/100g

Niveles de Referencia Opatras			
Medio (ug/ml)			
N <sup>o</sup>	20 - 40	Mg	12.0 - 240
P	10 - 20	Ca	10 - 20
K	10 - 100	Ca	10 - 10
Ca	100 - 1000	Ca	10 - 10

ME = No entregado

\*L.C = Menor al Límite de Cuantificación


Los resultados analizados en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Los ensayos realizados con (\*) no están indicados en el alcance de acreditación otorgado al OAE

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación otorgado al OAE

\*\* Empresa subcontratada

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad



Responsable Laboratorio

Página 1 de 2



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR  
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"  
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km. 28 Vía Durán - Tambo Ajó. Postal 09-01-7000 Yaguachi - Guayas - Ecuador  
Teléfono: 043724200 Fax: 043724201 e-mail: laboratorio\_ehb@iniap.gob.ec

*"Laboratorio de ensayo  
acreditado por el OAE  
con acreditación N° OAE LE C 11-007"*

**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DADOS DEL PROPIETARIO		DADOS DE LA PROPIEDAD		DADOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	JACINTO INTRIAGO	Nombre :	UTB	Informe No. :	0012372	Factura No. :	8977
Dirección :	N/E	Provincia :	LOS RIOS	Responsable Muestreo :	CSenté	Fecha Análisis :	08/08/2012
Ciudad :	BABAHOYO	Cantón :	BABAHOYO	Fecha Muestreo :	02/08/2012	Fecha Emisión :	09/08/2012
Teléfono :	N/E	Parroquia :	N/E	Fecha Ingreso :	02/08/2012	Fecha Impresión :	17/08/2012
Fax :	N/E	Ubicación :	UNIVERSIDAD TECNICA DE BA	Condiciones Ambientales :	T°C:0.0 %H: 0.0	Cultivo Actual :	BARBECHO

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural	* org/100ml			* S/Cro (%)			* org/100ml			Ca	Mg	Ca+Mg						
		Arena	Limo	Arcilla		* A/H	* A	* Na	C.E.	* M.O.	K	* Ca	* Mg	Σ Bases	Mg	K	K						
46108	MUESTRA - 1																						
									2.36	B	0.38	M	17.24	A	3.26	A	20.66	5.26	M	9.11	M	57.23	A

Sim. A. Na	C.E.
A/ + Alto	01 + No Salino
LT + Ligero, Total	02 + Lig. Salino
T + Medio	03 + Salino
	04 + Muy Salino

Sim. C.E.
C.E. Combustión Directa
N.O. Método Orfèdre
C.C. Capacidad Intercambio Catiónico

Sim. S/C	Método	Condiciones
01	Ácido Bárico	Acidó de Phosfo
02		Condic de Base
C.E.	Extracción por agua	Agua

Eq. Litro org/100ml	Eq. Litro S/Cro (%)	Eq. Litro org/100ml	Eq. Litro S/Cro (%)
A+H 0.36 - 1.8	0.5 - 4.0	CaMg 0.8 - 8.0	K 0.2 - 0.4
A/ 0.36 - 1.8	Medio/TG	NaK 2.0 - 8.0	Ca + 1 - 9
M 0.5 - 1.0	M.O. 0.1 - 0.5	Ca+Mg+K 0.8 - 9.0	Mg 1 - 2

N/E = No estrigado  
 C.E. = Método al Límite de Cuantificación  
 Los resultados señalan en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) señalada(s) y ensayo.  
 Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación otorgado al OAE.  
 Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación otorgado al OAE.  
 \*\* Ensayo subcontratado.  
 Se prohíbe la reproducción total, o parcial o copia que sea en su totalidad.

Responsabil Laboratorio

## Análisis de agua

 <p style="font-size: small;">Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias</p>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR</b> <b>"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b> <small>Ed. 2075 Durán - Tumbaco Ajó. P.O. Box 99-01-7053 Yaguajay - Cagayán - Ecuador</small> <small>Teléfono: 2777181 Fax: 2777179 Correo: 094333163 - 095231700 - e-mail: inirp_b_jsh@guano.ec</small>	 <p style="font-size: x-small;">Organismo de Control de Ecuador Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca</p>																
<b>INFORME DE ANALISIS QUIMICO DE AGUAS</b>																		
DATOS DE PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD	DATOS DE LA MUESTRA																
Nombre : SRTA. JOMAYRA VERA	Nombre : PREDIOS UTI	Informe No. : 0001260 Factura No. : 9168																
Dirección : PROV. LOS RÍOS	Provincia : LOS RÍOS	Responsable Muestra : CLIENTE Fecha Análisis : 18/09/2012																
Ciudad : BABAHoyo	Cantón : BABAHoyo	Fecha muestreo : 12/08/2012 Fecha Emisión : 18/09/2012																
Teléfono : N/E	Parroquia : N/E	Fecha Ingreso : 12/08/2012 Fecha Impresión : 18/09/2012																
Fax : N/E	Ubicación : N/E	Condiciones Ambientales : T : G. SH																
N° Laborat.	Identificación del Lote	aS/cm	mg/l				mg/l				pH	RAS	PSI	%Na	Clase			
1423	MUESTRA 1	CE	Ca	Mg	Na	K	+CO <sub>3</sub>	+HCO <sub>3</sub>	+Cl	+SO <sub>4</sub>	7,7	4	4	64	C2 S1			
		622	26,90	14,9	105,3	3,9	< L.C.	6	2,0	< L.C.								
<b>OBSERVACIONES:</b>																		
<b>CLASIFICACION</b>																		
AGUAS DUREZ BAJA								AGUAS DUREZ ALTA										
C1 - Agua de actividad baja								B1 - Agua de actividad baja de calcio										
C2 - Agua de actividad moderada								B2 - Agua de actividad moderada										
C3 - Agua de actividad moderada alta								B3 - Agua de actividad alta de calcio										
C4 - Agua de actividad alta								B4 - Agua de actividad muy alta de calcio										
C5 - Agua de actividad muy alta																		
C6 - Agua de actividad excesiva																		
<p>S.L.C. = Menor al Límite de Cuantificación</p> <p>Los resultados en todos los este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo</p> <p>Los ensayos (marcados con *) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAB</p> <p>Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAB</p> <p>** Ensayo subcontratado</p> <p>Se prohíbe la reproducción parcial, total o su copia que sea en su totalidad</p>																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #e0f2f1;">Determinación Metodológica</th> </tr> <tr> <td>pH, CE : Electrodo</td> </tr> <tr> <td>K, Ca, Na, Mg : Absorción Atómica</td> </tr> </table>																Determinación Metodológica	pH, CE : Electrodo	K, Ca, Na, Mg : Absorción Atómica
Determinación Metodológica																		
pH, CE : Electrodo																		
K, Ca, Na, Mg : Absorción Atómica																		
 <p style="text-align: center;">Responsable Laboratorio</p>																		
Pág 1 de 1																		

### Valores promedios y análisis de varianza.

Cuadro 10. Valores de Temperatura Inicial, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	39,00	39,00	39,00	39,00
T2	Método de Bangalore	0,8	39,00	39,00	39,00	39,00
T3	Método de Pfeiffer	0,8	39,00	39,00	39,00	39,00
T4	Método de Pain	0,8	39,00	39,00	39,00	39,00
T5	Método Bocashi	0,8	39,00	39,00	39,00	39,00
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	39,00	39,00	39,00	39,00

Cuadro 11. Análisis de varianza de Temperatura Inicial, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	0,00	5	0,00	0,00 <sup>ns</sup>	3,33 – 5,64
Rep.	0,00	2	0,00		
EE	0,00	10	0,00		
Total	<u>0,00</u>	<u>17</u>			

Cuadro 12. Valores de Temperatura Media, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	49,70	49,30	48,90	49,30
T2	Método de Bangalore	0,8	49,30	49,60	48,00	48,97
T3	Método de Pfeiffer	0,8	49,50	48,70	49,10	49,10
T4	Método de Pain	0,8	49,43	50,00	49,30	49,58
T5	Método Bocashi	0,8	49,33	49,20	48,50	49,01
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	49,20	49,77	47,70	48,89

Cuadro 13. Análisis de varianza de Temperatura Media, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	0,98	5	0,20	0,87ns	3,33 – 5,64
Rep.	2,80	2	1,40	6,20	
EE	2,25	10	0,23		
Total	<u>6,03</u>	<u>17</u>			

Cuadro 14. Valores de Temperatura Final, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	19,30	19,70	20,10	19,70
T2	Método de Bangalore	0,8	19,70	19,40	21,00	20,03
T3	Método de Pfeiffer	0,8	19,50	20,30	19,90	19,90
T4	Método de Pain	0,8	19,57	19,00	19,70	19,42
T5	Método Bocashi	0,8	19,67	19,80	20,50	19,99
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	19,80	19,23	21,30	20,11

Cuadro 15. Análisis de varianza de Temperatura Final, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	0,98	5	0,20	0,87ns	3,33 - 5,64
Rep.	2,80	2	1,40	6,20	
EE	2,25	10	0,23		
Total	<u>6,03</u>	<u>17</u>			

Cuadro 16. Valores de porcentaje de humedad, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	60,30	57,00	60,00	59,10
T2	Método de Bangalore	0,8	57,00	59,00	58,00	58,00
T3	Método de Pfeiffer	0,8	60,00	59,50	60,40	59,97
T4	Método de Pain	0,8	59,70	60,00	60,70	60,13
T5	Método Bocashi	0,8	60,00	60,30	60,10	60,03
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	59,90	60,20	60,00	60,13

Cuadro 17. Análisis de varianza de porcentaje de humedad, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	11,08	5	2,22	3,52 *	3,33 – 5,64
Rep.	0,91	2	0,45	0,52	
EE	8,78	10	0,88		
Total	<u>20,76</u>	<u>17</u>			

Cuadro 18. Valores de pH de las composteras, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	6,60	6,50	6,60	6,57
T2	Método de Bangalore	0,8	6,50	6,40	6,80	6,57
T3	Método de Pfeiffer	0,8	6,70	6,90	6,80	6,80
T4	Método de Pain	0,8	6,20	6,70	6,50	6,47
T5	Método Bocashi	0,8	6,60	6,70	6,50	6,37
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	6,40	6,40	6,30	6,60

Cuadro 19. Análisis de varianza de pH de las composteras, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	0,32	5	0,06	3,72 *	3,33 – 5,64
Rep.	0,03	2	0,02	0,74	
EE	0,23	10	0,02		
Total	<u>0,58</u>	<u>17</u>			



Cuadro 20. Valores de determinación de materia orgánica, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	249	241	252	247,33
T2	Método de Bangalore	0,8	245	235	252	244,00
T3	Método de Pfeiffer	0,8	251	272	268	263,67
T4	Método de Pain	0,8	272	261	282	271,67
T5	Método Bocashi	0,8	292	278	269	279,67
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	282	299	275	285,33

Cuadro 21. Análisis de varianza de determinación de materia orgánica, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	4282,28	5	856,46	4,90*	3,33 – 5,64
Rep.	12,11	2	6,06	0,05	
EE	1241,22	10	124,12		
Total	<u>5535,61</u>	<u>17</u>			

Cuadro 22. Valores de determinación de N, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	4,52	4,17	4,52	4,40
T2	Método de Bangalore	0,8	4,52	4,12	4,48	4,37
T3	Método de Pfeiffer	0,8	4,39	5,19	5,03	4,87
T4	Método de Pain	0,8	4,81	4,99	4,97	4,92
T5	Método Bocashi	0,8	4,91	4,99	4,31	4,74
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	4,83	4,63	4,93	4,80

Cuadro 23. Análisis de varianza de determinación de N, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	0,85	5	0,17	1,94ns	3,33 - 5,64
Rep.	0,01	2	0,00	0,03	
EE	0,87	10	0,09		
Total	<u>1,73</u>	<u>17</u>			

Cuadro 24. Valores de determinación de P, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	3,66	3,70	3,86	3,74
T2	Método de Bangalore	0,8	3,81	3,65	3,72	3,73
T3	Método de Pfeiffer	0,8	3,83	4,16	4,41	4,13
T4	Método de Pain	0,8	4,81	4,72	4,74	4,76
T5	Método Bocashi	0,8	4,84	4,72	4,89	4,87
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	4,94	4,71	4,97	4,82

Cuadro 25. Análisis de varianza de determinación de P, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	4,39	5	0,88	47,10 **	3,33 – 5,64
Rep.	0,08	2	0,04	2,10	
EE	0,19	10	0,02		
Total	<u>4,66</u>	<u>17</u>			

Cuadro 26. Valores de determinación de K, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	0,84	0,89	0,88	0,87
T2	Método de Bangalore	0,8	0,92	0,95	0,98	0,95
T3	Método de Pfeiffer	0,8	0,86	0,96	0,98	0,93
T4	Método de Pain	0,8	1,01	1,03	0,98	1,01
T5	Método Bocashi	0,8	0,91	0,97	0,91	0,93
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	0,95	0,92	0,91	0,93

Cuadro 27. Análisis de varianza de determinación de K, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	0,03	5	0,01	5,67 **	3,33 – 5,64
Rep.	0,00	2	0,00	1,98	
EE	0,01	10	0,00		
Total	<u>0,05</u>	<u>17</u>			

Cuadro 28. Valores de determinación de C, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	6,39	6,35	6,41	6,38
T2	Método de Bangalore	0,8	6,58	6,49	6,41	6,49
T3	Método de Pfeiffer	0,8	6,45	6,53	6,83	6,60
T4	Método de Pain	0,8	6,82	6,75	6,92	6,83
T5	Método Bocashi	0,8	6,90	6,99	6,99	6,89
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	6,82	6,99	6,87	6,96

Cuadro 29. Análisis de varianza de determinación de C, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	0,82	5	0,16	14,62 **	3,33 – 5,64
Rep.	0,02	2	0,01	0,86	
EE	0,11	10	0,01		
Total	<u>0,95</u>	<u>17</u>			

Cuadro 30. Valores de tiempo de descomposición, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	150	151	152	151,00
T2	Método de Bangalore	0,8	156	156	156	156,00
T3	Método de Pfeiffer	0,8	148	148	149	148,33
T4	Método de Pain	0,8	150	150	150	150,00
T5	Método Bocashi	0,8	149	149	149	158,33
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	158	159	158	149,00

Cuadro 31. Análisis de varianza de tiempo de descomposición, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	250,44	5	50,09	196,00 **	3,33 – 5,64
Rep.	0,78	2	0,39	1,52	
EE	2,56	10	0,26		
Total	<u>253,78</u>	<u>17</u>			

Cuadro 32. Valores de porcentaje de conversión, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	70,0	80,0	78,0	76,00
T2	Método de Bangalore	0,8	65,0	67,0	67,0	66,33
T3	Método de Pfeiffer	0,8	70,0	78,0	81,0	76,33
T4	Método de Pain	0,8	71,0	70,0	71,0	70,67
T5	Método Bocashi	0,8	70,0	70,0	71,0	70,33
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	65,0	64,0	64,0	64,33

Cuadro 33. Análisis de varianzade porcentaje de conversión, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	358,67	5	71,73	8,71 **	3,33 - 5,64
Rep.	43,00	2	21,50	2,61	
EE	82,33	10	8,23		
Total	<u>484,00</u>	<u>17</u>			

Cuadro 34. Valores de rendimiento del compost, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	50,40	52,00	51,72	51,37
T2	Método de Bangalore	0,8	47,20	48,40	48,20	47,93
T3	Método de Pfeiffer	0,8	50,00	51,60	52,80	51,47
T4	Método de Pain	0,8	50,80	50,00	50,90	50,57
T5	Método Bocashi	0,8	49,20	50,00	50,80	46,80
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	47,20	46,40	46,80	50,00

Cuadro 35. Análisis de varianza de rendimiento del compost, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	54,88	5	10,98	22,54 **	3,33 – 5,64
Rep.	3,45	2	1,73	3,54	
EE	4,87	10	0,49		
Total	<u>63,20</u>	<u>17</u>			



Cuadro 36. Valores de desechos orgánicos no compostados, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

Tratamientos Métodos		Dosis EM Comercial (L/pilas de compostaje)	Repeticiones			Prom.
			I	II	III	
T1	Método Indore	0,8	15,30	17,70	15,20	16,07
T2	Método de Bangalore	0,8	18,00	17,20	17,70	17,63
T3	Método de Pfeiffer	0,8	15,70	14,20	14,80	14,90
T4	Método de Pain	0,8	17,00	15,00	15,90	15,97
T5	Método Bocashi	0,8	18,90	15,00	16,30	16,73
T6	Testigo (Descomposición natural)	2,0	18,00	18,70	17,90	18,20

Cuadro 37. Análisis de varianza de desechos orgánicos no compostados, en la evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. UTB, FACIAG. 2013

FV	SC	GL	CM	F. Cal.	F. Tab.
Trat.	21,66	5	4,33	3,37 *	3,33 - 5,64
Rep.	2,89	2	1,45	1,12	
EE	12,86	10	1,29		
Total	<u>37,41</u>	<u>17</u>			

## Fotografías.



Fig. 1. Encuestas en Barrios Periurbanos del Cantón Babahoyo.



Fig. 2. Instalación del sistema de riego.



Fig. 3. Preparación del terreno



Fig. 4. Recolección de materiales para elaboración de pilas de compostajes.



Fig. 5. Colocación de materiales en sacas para elaboración de pilas.



Fig. 6. Materiales recolectados.



Fig. 7. Captura de Microorganismos eficientes.



Fig. 8. Recolección de Microorganismos eficientes.



Fig. 9. Microorganismos eficientes.



Fig. 10. Construcción de pilas de compostaje.



Fig. 11. Construcción de pilas de compostaje.



Fig. 12. Ejecución del ensayo.



Fig. 13. Tratamientos.



Fig. 14. Toma de muestras para determinar humedad



Fig. 15. Peso de la muestra para determinar humedad



Fig. 16. Determinación de temperatura.



Fig. 17. Volteo de pilas de compostaje.



Fig. 18. Pilas volteadas.



Fig.19. Material en descomposición.



Fig.20. Multiplicación de microorganismos.



Fig. 22. Tamizado del material.



Fig. 23. Recolección de materia orgánica compostada.



Fig. 21. Llenado de materia orgánica compostada.

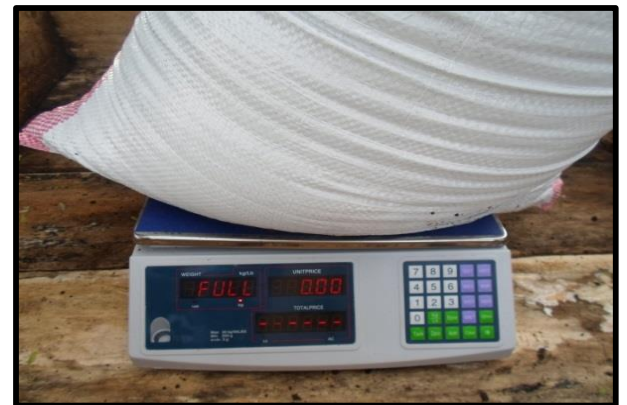


Fig. 24. Pesado de materia orgánica.