



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE  
TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL  
TITULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICO DE COMPOST, ELABORADO  
A PARTIR DE *Pistia stratiotes* MAS ESTIÉRCOL DE BOVINO  
BAJO CUATRO MÉTODOS DE COMPOSTAJE”.

**AUTORA:**

MARIA FERNANDA DAMIANI ALAVA

**TUTORA:**

Ing. Agr. MSc. Victoria Rendón Ledesma

**BABAHOYO-LOS RÍOS-ECUADOR**

2016

# Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mis padres que se esforzaron me dieron su apoyo y guiaron mi camino, a las personas que se involucraron en mi formación desde la primaria a la actualidad.

# AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, por la sabiduría, fé y esperanza.

A mis padres en especial a mi madre Rosa Alava por su perseverancia, estímulo y apoyo para mi formación profesional.

A mis hermanos por su apoyo incondicional.

A la Ing. Agr. MSc. Victoria Rendón Ledesma, por su orientación, ayuda y gran colaboración prestada para mi tesis.

A todos mis profesores quienes me guiaron.

A mis amigos Elita Morocho, Viviana Arana, Juana Vera, Joel Fernández, Isamar García gracias por todo el esfuerzo y apoyo brindado.

## INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos	4
<b>2 REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>5</b>
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>20</b>
3.1 Ubicación y descripción del campo experimental	20
3.2 Material Experimental	20
3.3 Factores estudiados	20
3.4 Métodos	20
3.5 Tratamientos	20
3.6 Diseño experimental	21
3.7 Manejo del ensayo	22
3.8 Datos Tomados	25
<b>4 RESULTADOS</b>	<b>27</b>
<b>5 DISCUSIONES</b>	<b>41</b>
<b>6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>43</b>
<b>7 RESUMEN</b>	<b>45</b>
<b>8 SUMMARY</b>	<b>46</b>
<b>9 LITERATURA CITADA</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>51</b>

**Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor:**

**María Fernanda Damiani Alava**

## I. INTRODUCCIÓN

Los abonos orgánicos son usados para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, ya que ayudan a incrementar la materia orgánica del mismo, la capacidad de intercambio catiónico y el pH. Además los abonos orgánicos mejoran la estructura del suelo y la retención de agua, reducen la erosión y aumentan la micro y macro fauna benéfica del suelo, además de que suministran una mejor nutrición a las plantas con compuestos mineralizados, que ayudan a disminuir los costos en la aplicación de fertilizantes, siendo a la vez amigable con el ambiente.

Se sabe que las plantas requieren de elementos nutricionales de los cuales requiere unos en mayor cantidad que otros. Algunos de estos elementos son el Ca, Na+K, P, N los cuales son catalogados como macronutrientes. Entre los micronutrientes que requiere la planta en menor cantidad están el: Fe (que en caso de los suelos del trópico húmedo se tiene en exceso), Mn, Cu, además del Na y el Sí que no son de mucha importancia para algunas plantas.

La especie *Pistia stratiotes* (lechuguilla de agua) proviene de regiones tropicales y puede encontrarse en aguas de poco movimiento, cerca de las orillas de los ríos. Esta planta hidrófita se reproduce sexualmente y prolifera rápidamente. La lechuga de agua es una planta flotante es de color verde a verde amarillo se la considera como una maleza. Esta planta acuática tiene una buena propagación, lo que le permite producir hasta 800 kg/ms/ha/día. El repollo de agua contiene alrededor de 8.6 % proteína cruda. Los altos niveles de fibra ácido detergente (32,71 %), celulosa (18,71 %), hemicelulosa (15,45 %) y lignina (10,66 %) provocan el que los animales monogástricos no utilicen eficientemente los carbohidratos de la pared celular, principalmente por los altos contenidos de hemicelulosa y celulosa.<sup>1</sup>

El estiércol de bovino es uno de los abonos más importante y sobre todo activo a la hora de usarse como fertilizantes orgánicos ya que posee propiedades que

---

<sup>1</sup> Fuente: FAO, 2003. Disponible en [www.fao.org](http://www.fao.org)

activan a las plantas para un mejor crecimiento y desarrollo sin causar daño a quienes consumen estas plantas es muy útil en suelo ligero y arenoso facilitando así la extracción de los materiales ricos del suelo a la planta.

El compostaje se define como un proceso bio-oxidativo 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>2</sup>

Por este motivo se realizó la presente investigación con el fin de buscar alternativas para la elaboración de compost a partir de residuos vegetales provenientes de plantas acuáticas, de desechos orgánicos y estiércol de bovino.

## **1.1. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Producir materia orgánica a partir del uso *Pistia stratiotes* más estiércol de bovino mediante cuatro métodos de compostajes.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el mejor método de compostaje para acelerar la descomposición de la planta acuática *P. stratiotes* y estiércol de bovino.
- Cuantificar los contenidos N,S,P carbono orgánico R/N relación C/N y proteínas
- Realizar el análisis de costo de los tratamientos.

---

<sup>2</sup> García N., A. (2005) Edafología. Ciencias Ambientales. Disponible en Internet: <http://www.unex.es/edafo/ECAP/ECAL5PFQReaccion.htm> (Consultado: 02 Octubre, 2015).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Abonos orgánicos

Medrano (1990) menciona que los abonos orgánicos son los más usados para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, incrementa la materia orgánica, la capacidad de intercambio de catiónico y el pH. Los abonos orgánicos ayudan a mejorar la estructura del suelo y la retención del agua.

Restrepo (1996) manifiesta que los abonos orgánicos son fermentados se puede entender como un proceso de descomposición. Los abonos orgánicos podemos utilizar en la producción orgánica: algunos ejemplos son el compost, bokashi, los bio fermentados, y los abonos verdes, en todos los preparados la acción microorganismo es indispensables para su preparación y funcionamiento.

Iniap (2012) menciona que los abonos orgánicos son productos naturales que se obtienen de la descomposición de los desechos de las fincas y que aplicados correctamente al suelo mejoran las condiciones físicas, químicas y microbiológicas

### 2.2. Composición de los abonos orgánicos

Megia (2001) difunde que la calidad de abonos orgánicos se juzga por su potencial de vida, y no por su contenido de nutrientes medidos químicamente. Los abonos orgánicos constan de innumerables sustancias vitales como aminoácidos, hormonas, ácidos (especialmente húmicos y fúlvicos), enzimas y en general quelantes que como los organismos, ceden lentamente los nutrientes, protegiéndolos de la lixiviación por lluvias y de la erosión. Todas estas sustancias vitales son ignoradas por el análisis químico, que reduce solo a Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Los diferentes elementos se dividen en dos grupos: Micro, y Macro elementos primarios y secundarios.

-Los Microelementos son: Fe, Zn, Mn, Mo, Bo, Cl, Cu, etc.



- Los Macroelementos primarios son: N, P y el K.
- Los Macroelementos secundarios son: Ca, Mg, S.

### **2.3. *Pistia stratiotes***

FAO (2003) indica que la especie *Pistia stratiotes* (lechugulla de agua) proviene de las zona tropicales y que son plantas hidrófita se reproduce sexualmente y prolifera rápidamente. Las plantas acuáticas tienen una buena propagación, lo que le permite producir hasta 800kg/Ms/ha/día.

Gutiérrez (2005) menciona que la lechuga de agua (*P. stratiotes*) es una planta acuática que pertenece a la familia de las Aráceae, originaria de América del sur, es considerada como una de las peores malezas en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. La planta es de color verde a verde amarillo. Es muy frecuente encontrarlas en lagos, lagunas y ríos formando grandes manchones flotantes sobre todo en la época lluviosa; en algunos casos la cobertura vegetal de esta planta cubre el 40 % del espejo de agua.

Las plantas acuáticas en la Fitorremediación son utilizadas para descontaminar el agua de ríos, lagos, etc. Debido a que por medio de actividades metabólicas, asimilan transforman y acumulan los contaminantes, estas plantas también tienen la capacidad de liberar metales que no pueden ser absorbidos pero estos ya han sido transformados en metales solubles (Bernal, 1997). La vegetación que se utiliza por lo general para el proceso de la Fitorremediación se denomina hiperacumuladoras emplea tres mecanismos:

- Absorción directa de los contaminantes y su acumulación en el tejido de la planta (Fito -extracción)
- Liberación al suelo de oxígeno y de sustancias bioquímicas, como por ejemplo enzimas que estimulan la biodegradación de los contaminantes.
- Intensificación de la biodegradación por los hongos y bacterias localizados en la interface suelo- raíz.

Así mismos estas plantas pueden absorber de forma eficiente, sustancias orgánicas moderadamente hidrofóbicas, la planta almacena la sustancia por medio de su transformación en un componente de la lignina, o más bien es

metabolizado y los productos son liberados a la atmosfera. Las sustancias más hidrofóbicas se enlazan muy fuertemente a las raíces y no son asimiladas por la planta. Las sustancias que emiten estas plantas al suelo incluyen ligandos quelantes, enzimas y oxígeno en las raíces, facilitando las transformaciones aeróbicas”. Esta planta la cual es flotante, es originaria de las regiones tropicales de América. Su nombre científico es: *Pistia stratiotes*, pero popularmente se la conoce como “repollo de agua” o “lechuguita”.

#### **2.4. Materia orgánica**

La agricultura orgánica respeta las adaptaciones naturales de los cultivos a su medio, como también respeta las complejas relaciones existentes entre el suelo, la microbiología, las plantas y la atmosfera. Por el contrario, la agricultura convencional con fertilizaciones programadas viola los ritmos y la velocidad del metabolismo de las plantas y del microorganismo del suelo (Suquilanda, 2003).

#### **2.6. Estiércol**

Los excrementos animales resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que estos consumen. El estiércol de granja resulta de las mezclas de los excrementos sólidos, líquidos y residuos vegetales que sirvieron de cama (Suquilanda, 1996). Es una fuente de materia orgánica relativamente baja en nutrimentos y que el valor del abono depende del tipo de animal, la calidad de la dieta, clase, cantidad de cobertura usada y la manera en que el abono es almacenado y aplicado.

Para Giaconi (1998) el estiércol es el más importante de los abonos orgánicos debido a su composición; el estiércol de bovinos fermenta despacio y demuestra acción prolongada, es recomendado para suelos arenosos y áridos, la bovinaza es el abono orgánico que más abunda y que se dispone más fácilmente sin embargo su composición en nutrientes es pobre especialmente fósforo con relación a otras materias orgánicas.

De acuerdo a Aubert (1989) el estiércol de bovino al momento de incorporarse al suelo debe esparcirse uniformemente y debe estar triturado lo más fino posible. Previa la utilización del estiércol debe someterse a un proceso de

fermentación para que los nutrientes que contiene en forma no asimilable se tornen asimilables las plantas y originen los compuestos húmicos los mismos que desempeñan una función esencial en el suelo de cultivo (Suquilanda, 1995).

## **2.7. Compost**

Bioagro (2005), la palabra compost significa compuesto, este abono es resultado del proceso de descomposición y fermentación de diferentes clases de materiales orgánicos (restos de cosechas, excremento de animales y otros residuos), realizados por micro y macroorganismos en presencia de aire (oxígenos y otros gases), por lo cual permite tener el producto el compost, que es un abono excelentes para ser utilizados.

El compostaje es un proceso biológico aerobio, que bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas y combinando bases mesófilas (temperatura y humedad medias) y termófilas (temperatura superior a 45 %), transforma los residuos orgánicos degradables, en un producto estable e higienizado, aplicable como abono o sustrato. Es decir, el compostaje es:

- Una técnica de estabilización y tratamiento de residuos orgánicos biodegradables. El calor generado durante el proceso (fase termófila) va a destruir las bacterias patógenas, huevos de parásitos y muchas semillas de malas hierbas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.
- Una técnica biológica de reciclaje de materia orgánica que al final de su evolución da humus, factor de estabilidad y fertilidad del suelo.
- El resultado de una actividad biológica compleja, realizado en condiciones particulares; el compostaje no es, por tanto, un único proceso. Es, en realidad, la suma de una serie de procesos metabólicos complejos procedentes de la actividad integrada de un conjunto de microorganismos. Los cambios químicos y especies involucradas en el mismo varían de acuerdo a la composición del material que se quiere compostar. El producto obtenido al final de un proceso de compostaje, el compost, posee un importante contenido en materia orgánica y nutriente, pudiendo ser aprovechado como abono orgánico o como sustrato (Abad, 2002).

### 2.7.1 Propiedades del compost

- Mejora las propiedades físicas del suelo: la materia orgánica favorece la estructura de los agregados del suelo, mejora la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo.
- Mejora las propiedades químicas: aumenta el contenido de micro y macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Aumenta la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), que es la capacidad de retener nutrientes para hacerlos disponibles a los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo: actúa como soporte y alimentos de los microorganismos los cuales viven expensas del humus, que es la materia orgánica descompuesta.

Elzakker (1995) dice que la función del compost es lograr un balance entre los materiales orgánicos de fácil y difícil descomposición. Este proceso da lugar a una transformación de la materia orgánica, tanto química como mecánica. Se requiere la utilización de materia prima adecuada para poder tener un producto final con buenas características para incorporar al suelo, además, tiene la ventaja de reducir el volumen de las materias primas (concentrar los nutrientes), disminuye la emisión de malos olores, mata gérmenes de enfermedades y destruye las semillas de malezas, este abono también le brinda humus al suelo como parte de la estructura. En las fincas se pueden utilizar los elementos disponibles, no es necesario conseguir los insumos debido a que estas técnicas fueron creadas para el manejo de los desecho. Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de:

- Hojas: Pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.
- Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.
- Estiércol animal: Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina, estiércol de caballo, de oveja y los purines.

- Complementos minerales. Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo.
- Plantas marinas, algas, Plantas acuáticas: *Pistia stratiotes*, como nuevo elemento para obtener un producto de distinta calidad por los altos contenidos de micro y macronutrientes de la planta.

INFOAGRO (2012) publica que el proceso de composting o compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

- Mesolítico. La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.
- Termofílico. Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.
- De enfriamiento. Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que re-invasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.
- De maduración. Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

## **2.8. Factores que condicionan el proceso de compostaje**

Como se ha comentado, el proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos de entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollarse necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación. El proceso biológico del compostaje, esta a su vez influenciados

por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y técnica de compostaje empleada. Los agentes más importantes son:

- Temperatura.- Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 50-70 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos que se necesitan para el proceso mueren y otros no actúan.
- Humedad.- Es importante que la humedad se mantenga en niveles de 40-60 %. Si el contenido es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, y se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 % mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60 %.
- pH.- Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5).
- Población microbiana.- El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes.

Stoffella (2005) indica Relación C/N: es una relación entre carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado. Los materiales orgánicos ricos en carbono pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, la turba y el aserrín.

Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las deyecciones animales y los residuos de matadero.

## **2.9. Sistemas de compostaje**

Burbano (2002) menciona 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 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, entre otros) y depuración.

Martínez (2001) indica 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.

Así mismo menciona que 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 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<sub>2</sub> ha de permanecer relativamente elevado, el volteo periódico facilita la renovación del aire en el interior de la pila. Este proceso 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.

### **2.9.1 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. Martínez (2001) divulga que 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.

### **2.10. Producción de EM "BOKASHI"**

EkoSTAR (2005) dice que el EM "bokashi" es un abono orgánico fermentado, donde se usan microorganismos eficaces (EM) como inoculantes microbianos, en lugar de suelo. El EM facilita la preparación de éste usando muchas clases de desechos y este puede ser utilizado de 5 a 21 días después del tratamiento (fermentación). Puede ser utilizado en la producción de cultivos, aun cuando la materia orgánica no se haya descompuesto del todo. Cuando el EM "bokashi" es aplicado al suelo, la materia orgánica puede ser utilizada como alimento para los microorganismos eficaces y benéficos, los que continuarán descomponiéndola y mejorando la vida del suelo; pero no hay que olvidar que también supe nutrientes al cultivo.

Gear (1993) apunta que el compostaje aerobio produce un compost de mayor calidad y su puesta en marcha es sencilla; sin embargo requiere un gasto



energético para aportar oxígeno, reduce menos el volumen de la materia orgánica, requiere grandes superficies, tiene un límite en la carga que puede tratar y expulsa gases contaminantes a la atmósfera. Dependiendo de cuanto trabajó el proceso, el compost está listo en un período de 3 a 12 meses. El compost puede haber alcanzado la etapa de madurez o encontrarse como compost inmaduro.

Fundases (2005) dice que los microorganismos (activadores) en los ecosistema naturales existen una serie muy amplia de microorganismo naturales benéficos que son activadores del suelo y de los ecosistema. Estos se encargan descomponer la materia orgánica del suelo y demás residuos que se depositan en él. Algunos se fijan nitrógeno de la atmósfera, controlan a otros microorganismos dañinos, incrementan la disponibilidad de nutrientes para la planta a través del reciclaje de éstos, degradan algunas sustancias tóxicas, incluyendo pesticidas y producen antibióticos y otros componentes bioactivos, mejorando la agregación del suelo, entre otras funciones. Toda esta característica de microorganismo benéfico, es que ha potenciado su uso en la agricultura orgánica, lo que resulta fácil y barato. Se les llama microorganismos eficientes (EM), es el sistema que se utiliza una selección de microorganismo que habita el suelo naturalmente fértil. Cuando el EM es inoculo en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliado, o sea, crece por su acción en comunidad. El EM contiene unas 80 especies de microorganismo de unos 10 géneros, que pertenece básicamente a cuatros grupos:

- Levaduras: bacterias que utilizan sustancias que producen las raíces de las plantas y junto con otros materiales orgánicos, sintetizan vitaminas y activan a otros microorganismos del suelo.
- Actinomicetos: hongos que controlan hongos y bacterias patógenas (que causan enfermedades), también le dan a las plantas mayor resistencia a los mismos a través del contacto con patógenos debilitados.
- Bacterias productoras de ácido láctico: el ácido láctico posee la propiedad de controlar la población de algunos microorganismos, como del hongo Fusarium, mediante la fermentación de materia orgánica, elaboran nutrientes para las plantas.

- Bacterias fotosintéticas: que utilizan la energía solar en forma de luz y calor y sustancias producidas por las raíces, para sintetizar vitaminas y nutrientes para las plantas. Junto con su establecimiento en el suelo, ocurre también un aumento en las poblaciones de otros microorganismos eficaces, como los fijadores de nitrógeno, los actinomicetos y las micorrizas.

### 2.11. Método de compostaje Indore

Álvarez (2004) argumenta que este método fue creado por Albert Howard y practicado entre 1924 y 1931 en el Instituto para la Vida de las Plantas de Indore (Indias Centrales), está basado en dos observaciones:

1. El ataque de plantas y animales por los parásitos puede prevenirse o detenerse si se conserva la fertilidad del suelo.
2. Si se le asegura al suelo sus requerimientos de humus, las especies pueden mejorar indefinidamente por ellas mismas.

El cultivo orgánico es el resultado de la fusión de estas dos premisas y tiene los siguientes puntos básicos:

**Materias primas:** Desechos vegetales - Desechos animales (estiércoles)- La neutralización de la acidez por medio de piedra caliza molida o cenizas de madera- Agua para humidificar el material- Aire circundante.

**Fermentación:** Se realiza en fosa plana rodeada de canales para recogida de líquidos en los lugares donde escasea el agua y en montículos cubiertos donde la lluvia es abundante. Hay que cuidar que los montículos no se dessequen.

**Volteos:** El primero se realiza a las tres semanas para facilitar la aireación del material que va tomando un color oscuro y favorecer la multiplicación de los hongos microscópicos (termófilos) responsables de la fermentación. La temperatura puede alcanzar los 65 °C. El segundo volteo se hace a las cinco semanas de concluida la primera etapa de fermentación, cuando la temperatura comienza a disminuir lentamente hasta alcanzar los 30 °C a los tres meses. Durante esta etapa la fermentación la realizan bacterias. El material se vuelve granulado y se debe mantener con una humedad semejante ala de una esponja escurrida. Durante el proceso el nitrógeno atmosférico es fijado (más de un 25

% del nitrógeno del aire). El compost maduro que se obtiene está listo para ser esparcido y mezclado con la tierra a no más de 15 cm de profundidad.

### **2.12. Método Pfeiffer**

Manual Agrícola de Leguminosas (1998) expone que para la ejecución de este método, primero se limita el área donde va a ser instalada la compostera, con 4 estacas y una piola, cuyas dimensiones son: 1 m de ancho y 1,50 de largo.

Procedimiento:

1. Se coloca una capa de caña de maíz o latilla de guadua (2,5 cm) en el suelo.
2. Se coloca una capa de hierba tierna verde y seca (7,5 cm), se apisona el material y se aplica agua hasta saturación.
3. Se procede a colocar una capa de residuos orgánicos 30 cm.
4. Se coloca una mezcla elaborada de tierra y cal (20 cm), se apisona el material y se aplica agua hasta saturación
5. Se repite la operación desde el numeral 2 hasta alcanzar 1 m de altura.

La compostera debe ser manejada como en el método anterior, pero con la única diferencia de que se debe remover el material una sola vez al mes. El material estará descompuesto a partir de 2 a 3 meses. La eficacia de este método es considerado muy buena. Debido a que el material es removido cada mes, por lo tanto la fermentación de los microorganismos en toda la cama, será homogénea. El indicador de maduración del compost será la Temperatura, es decir cuando ésta se estabilice.

### **2.13. Método Pain**

Soft (*s.f.*) considera que el proceso de Pain de Jean es un sistema increíblemente sencillo y muy barato de extraer energía y fertilizante de vida vegetal. Este proceso es una bendición para las mujeres rurales, ya que va un largo camino para superar la escasez de combustible, especialmente en áreas montañosas.

Esta planta suministra el 100 por ciento de las necesidades energéticas de un hogar rural. Es un montón de piezas de pequeño matorral (3 metros de altura). Este montón de compost está hecho de ramas de árboles y maleza de pulverizado. El compost de 50 t es un tanque de acero con una capacidad de 4

metros cúbicos. Es tres cuartas partes lleno del mismo compost, que primero ha sido empapado en agua durante 2 meses. El tanque es hermético y sellado pero son conectados por un tubo de 24 tubos de interno de neumático de carro, almacenada cerca por un depósito para el gas metano producido como los fermentos de compost. Para la aplicación de este método, primero se limita el área donde va a ser instalada la compostera, con 4 estacas y una piola, cuyas dimensiones son: 1 m de ancho y 1,50 de largo.

Procedimiento:

1. Se coloca una capa de caña de maíz o latilla de guadua (2,5 cm) en el suelo.
2. Se coloca una capa de hierba tierna verde y seca (7,5 cm), se apisona el material y se aplica agua hasta saturación.
3. Se procede a colocar una capa de residuos orgánicos 30 cm.
4. Se coloca una mezcla elaborada de tierra y cal (20 cm), se apisona el material y se aplica agua hasta saturación
5. Se repite la operación desde el numeral 2 hasta alcanzar 1 m de altura.

Se debe controlar la temperatura del material, para saber si se está descomponiendo, mantener el material siempre húmedo, controlar el nivel de pH, para determinar si los microorganismos están fermentando la materia orgánica.

#### **2.14. Métodos Bangalore**

Álvarez (2004) informa que el método Bangalore no es tan preciso ni tan exigente como el método Indore porque los materiales de compostaje se añaden a medida que estén disponibles. Es altamente adecuada, siempre que hay una escasez de ambos materiales de compostaje y agua.

La Bangalore método puede ser utilizado tanto para apilar y métodos de pozo, pero el método PIT se prefiere en Etiopía. Esto es porque el pozo mantiene la humedad mejor que el montón y el viento no puede soplar el material tan fácilmente en la estación seca. Sin embargo, compuestos dentro de la casa, el método de apilamiento es también conveniente.

### **2.14.1 Selección y preparación del sitio**

1. Seleccionar un sitio en el que es fácil de añadir materiales, por ejemplo, dentro de un huerto familiar.
2. El sitio debe ser protegido de la lluvia y el viento. Lo mejor está en la sombra de un árbol, o en el lado norte u oeste de un edificio o pared para estar protegido contra el sol, para la mayor parte del día.
3. Limpiar el lugar de piedras y malas hierbas, pero dejar que crezcan los árboles y dar sombra.
4. Marque la longitud y la anchura de la pila, por ejemplo, 1-2 m x 1-1,5 m y cavar una zanja de 20-25 cm de profundidad, es decir, sobre la profundidad de una mano, para estar en la parte inferior de la pila para mantener la capa base y evitar que se seque en la estación seca.

### **2.14.2 Preparación**

1. Preparar la capa de base a partir de materiales vegetales secos como paja vieja, tallos de maíz y sorgo, o tallos viejos repollo, rosa y adornos de cobertura de jardines.
2. Utilice paja y tallos de maíz y sorgo como cama para el ganado uno o dos noches, así que se rompen y se mezcla con la orina y el estiércol.
3. Recoger los materiales y ponerlos dentro de la zanja para hacer una capa uniforme 15-25 cm profundo. Espolvoree un poco de agua o de dispersión sobre la capa de lo que es húmedo pero no mojado.
4. Cubra la capa con un poco de tierra y unas grandes hojas de plátano o de calabaza o la higuera, o incluso una hoja de plástico para evitar que los materiales se sequen o se vuele.
5. Haciendo las otras capas durante la semana, recoger materiales y ponerlos en un recipiente, tal conveniente como un viejo bidón, o al lado de la pila de compost.
6. Los materiales secos de la planta puede ser mezclado con los frescos húmedos, o los dos tipos de material de la planta se puede mantener por separado. Los agricultores en Etiopía prefieren mezclar las plantas secas y húmedas como materiales juntos. Estos materiales pueden proceder de la alimentación animal mimado donde animales han sido alimentados puesto, desde la limpieza de la casa y compuesto, despejando caminos,

deshierbe, tallos y hojas de las verduras después de la cosecha, la preparación de verduras para la fabricación de alimentos, frutas y verduras dañadas, etc.

7. Los materiales secos se puede utilizar como cama para el ganado una o dos noches para que recoger la orina y los excrementos, y los animales pueden caminar sobre ellos para separarlos. Al final de una semana, quitar las hojas grandes o de plástico que cubren la parte superior de la capa de base para que puedan ser utilizados de nuevo, o dejar que las hojas se convierten en parte del compost si están demasiado dañadas para ser utilizado de nuevo.
8. Haga una mezcla de compost ayudas como buena tierra, estiércol de edad y/o algunas cenizas como un polvo fino. Mezclar estos con el material vegetal seco, o con la mezcla de material vegetal seco y húmedo.
9. En primer lugar añadir la capa de materiales de plantas secas que han sido utilizados como camas con la orina y de los excrementos en ellos, y luego poner la capa verde de las plantas materiales en la parte superior, o añadir una capa de los materiales vegetales mixtos secos y húmedos.
10. Hacer que cada capa de 15-25 cm de espesor con la media más gruesa que en los lados de modo que el montón se convierte en forma de cúpula.
11. Cubrir cada capa con una capa más delgada de estiércol animal o suelo y / o las hojas grandes como los de los árboles de plátano o de calabaza o en la figura de modo que los materiales de compostaje no se secan. El estiércol animal puede omitirse si no es fácil de conseguir, pero la suelo es importante.
12. Repita este proceso cada semana, o cada vez que hay suficientes materiales recolectada para hacer una o dos nuevas capas, hasta que el montón es de 1-1,5 metros de altura. Hacer que el centro de la pila más alta que los lados de modo que el montón tiene una forma de cúpula.
13. Dejar un ensayo y/o un palo de ventilación en el centro del montón. Haciendo la capa de cobertura.

El montón terminado debe ser protegido de la desecación, y también a partir de animales empujando en él y tocarlo, manteniendo las siguientes precauciones:

- La capa de cobertura puede estar hecha de barro húmedo mezclado con hierba o paja, con o sin estiércol de vaca, o anchas hojas de calabaza, plátano, higueras, etc, o de plástico, o cualquier combinación de estos materiales, es decir, yeso cubierto con barro hojas o plástico u hojas cubiertas de plástico.
- La cubierta debe ser puesta en los lados y la parte superior de la pila con sólo el palo de ventilación que sale de la parte superior. La capa de cobertura evita que el agua de lluvia penetre en el montón y dañando el compost proceso de toma y ayuda a mantener el calor dentro del compost heap.
- El montón de compost también se puede proteger mediante una pequeña valla alrededor de él de las ramas.
- El abono es mejor dejar intacto hasta que haya compost maduro dentro es, o puede ser entregado, como se describe para el método PIT. Si el compost está entregado, el agua debe ser rociada sobre las capas para mantener todos los materiales húmeda. No es necesario hacer las diferentes capas cuando se gira sobre el compost - todos los materiales pueden ser también mezclados juntos, después se añadió en capas unos 20-25 cm de espesor y el agua rociado o salpicado sobre ellos.
- Cuando el clima es cálido, compost maduro puede estar listo en unos cuatro meses. Aquí no se debe remover el material.
- La eficacia de este método es considerado buena, debido a que al no ser removido el material durante 3 meses, la fermentación de los microorganismos en la materia orgánica no será homogénea, es decir se dará por capas, empezando por la inferior. El indicador de maduración del compost será la Temperatura, es decir cuando ésta se estabilice.

### **2.15. Descomposición Natural**

Biblioteca de la Agricultura (1997), define que el compostaje y la descomposición es un proceso completamente natural, que ocurre alrededor nuestro todos los días. La degradación es generalmente entendida como un proceso negativo más que como un proceso de cambio que involucra millones de organismos vivos que

reciclan materia orgánica, creando un rico abono para nutrir el ciclo de la vida del suelo y de las plantas.

Toda materia orgánica se descompone si tiene las condiciones adecuadas Si tiene la proporción correcta de materiales en su pila, entonces el compostaje se producirá en forma óptima. La mezcla de verdes (lo húmedo, lo fresco, suave, verde, alto en nitrógeno) y café (la madera, lo seco y duro, los materiales absorbentes, alto en carbono). Esta mezcla sólo necesita estar húmeda y tener suficiente aire.

### **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  $79^{\circ} 32'$  de longitud Oeste y  $01^{\circ} 49'$  de latitud Sur y una altitud de 8,0 msnm.



La zona presenta un clima tropical húmedo, con temperatura anual de 24.6 °C, una precipitación de 1569.3 mm/año, humedad relativa de 85 % y 892.7 horas de heliofanía anuales<sup>3</sup>.

### 3.2. Material experimental

En esta investigación se empleó abonos orgánicos con desechos de plantas acuáticas (*P. stratiote*), estiércol de bovino y microorganismos eficientes.

### 3.3. Factores en Estudio

Variable dependiente: Diferentes tratamientos de materia orgánica.

Variable independiente: Métodos de compostaje

### 3.4. Métodos

Métodos deductivos- inductivos y análisis-síntesis y el empírico denominado experimental.

### 3.5. Tratamientos

Fueron los métodos de compostajes más las diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (EM), como se detallan a continuación:

	<b>Tratamientos Método</b>	<b>Dosis EM Comercial (L/pila compostaje)</b>	<b>Frecuencia aplicación EM</b>
T1	Método Indore	0.8	Cada 8 días
T2	Método Bangalore	0.8	1 sola ve
T3	Método Pfeirfer	0.8	Cada mes
T4	Método Pain	0.8	Cada 8 días
T5	Testigo (Descomposición Natural)	2.0	Cada 8 días

### 3.6. Diseño experimental

<sup>3</sup> Datos tomados en la estación meteorológica FACIAG-INAHMI. 2014.

El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y tres repeticiones.

### 3.6.1 Análisis de la varianza

Las variables se sometieron al análisis de varianza, con el fin de encontrar diferencias estadísticas entre las medias se empleó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamiento	4
Repetición	2
Error experimental	8
Total	14

### 3.6.2 Análisis funcional

Para la comparación de las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia

### 3.7. Características del lote experimental

Tratamientos: 5

Repetición: 3

Total parcelas: 15

Ancho de la unidad experimental: 1 m

Largo de unidad experimental: 1 m

Área unidad experimental: 1 m<sup>2</sup>

Área de bloque: 11 m<sup>2</sup>

Área Total de Bloques: 48 m<sup>2</sup>

Área Total del Ensayo: 56 m<sup>2</sup>

### 3.8. Manejo del ensayo

Se efectuaron labores agronómicas necesarias para el desarrollo de la investigación.

### **3.8.1 Materiales utilizados**

En la preparación de las platabandas de compostaje, se utilizó materiales disponibles de la zona (cañas, lonas, palas, rastrillos, letreros, residuos vegetales, residuos animales, machetes, mangueras, entre otros).

En cada método se identificó cada material, los cuales se detallan a continuación:

#### **3.8.1.1 Método Indore**

1. *P. stratiotes* (lechuguilla) 40 cm en capa.
2. Estiércol de bovino 0.5 cm en capa.

#### **3.8.1.2 Método Bangalore**

1. *P. stratiotes* (lechuguilla) 40 cm en capa.
2. Estiércol de bovino 0.5 cm en capa.
3. Capa de lodo de 10 cm para cobertura

#### **3.8.1.3 Método Pfeifer**

1. *P. stratiotes* (lechuguilla) 40 cm en capa.
2. Estiércol de bovino 0.5 cm en capa.
3. Se utilizó otros materiales en el proceso de mezcla del sustrato que se preparara en las platabandas.

Las dimensiones de las cajas montadas fueron: 1 m de ancho, 0,8 cm de largo y 0, 3 cm de altura, con piso sobre tierra; produciendo un volumen de 0,24 m<sup>3</sup>.

### **3.8.2 Recolección**

Se efectuó la recolección de *P. stratiotes* de pozas arroceras cercanas al lugar del ensayo, mientras el estiércol de bovino se obtuvo de la ganadería de la FACIAG.

#### **3.8.2.1 Elaboración de composteras**

Se efectuó según la siguiente técnica:

1. Se puso ceniza sobre el suelo para desinfectar.
2. La segunda capa fue de material vegetal de lechuguilla seco trozado.

3. En el tercer nivel se recolectó material vegetal de lechuguilla húmedo picado.
4. Después de la capa se puso una mezcla de estiércol fresco y seco.
5. El riego se hizo hasta lograr una humedad del 85 % en el material, sin encharcamientos.
6. Luego se ubicó una capa de estiércol fresco y desmenuzado.
7. Posteriormente se regó con los EM.
8. Cada paso se repitió hasta logara la altura de la cama.

### **3.8.3 Preparación de los sitios**

Se procedió a realizar la limpieza del lote asignado con rabones y rastrillos eliminando materiales vegetales regados sobre el terreno, para posteriormente proceder a delinear con flexómetro, piola y estacas; cada uno de los tratamientos.

### **3.8.4 Captura y preparación de los activadores de descomposición (EM)**

Ingredientes:

- 1 tarro de plástico
- 4 onzas de arroz cocinado
- 1 pedazo de tela nylon

#### **Preparación**

Cocinar las 4 onzas de arroz con bastante agua (quede soplado). Poner el arroz cocinado y frío dentro de un tarro de plástico. Tapar la boca del tarro con el pedazo de nylon y asegurarlo bien. Entierre el tarro junto a un talud húmedo, poniendo sobre el nylon materia orgánica semi descompuesta. La cosecha del microorganismo efectivo (bacterias). Después de dos semanas hay que desenterrar el tarro y sacar el arroz que estará impregnado de bacterias descomponedoras de la bacteria orgánica.

Hay que licuar el arroz y mezclarlo en una solución a base de 1 litro de melaza y tres litros de agua pura, cocinada y fresca (esta sería la solución madre). Para

aplicar EM en el compostaje se utilizó 200 cc de la solución madre más 200 centímetros cubico de melaza en 20 litros de agua pura por cada m<sup>2</sup> de compost.<sup>4</sup>

### **3.8.5 Incorporación de activadores de descomposición EM**

Sobre los desechos orgánicos se colocó en cada tratamiento un litro por metro cuadrado de solución de EM, para favorecer la descomposición.

### **3.8.6 Riego**

Se procedió a realizar el riego cada dos días, de forma manual con mangueras y una duración de 5 minutos por unidad experimental.

### **3.8.7 Volteo de los desechos orgánicos**

Se efectuó según la metodología que requirió cada uno de los métodos de compostajes: Indore, Bangalore, Pain, Peiffer, y Descomposición natural.

### **3.8.8 Control de descomposición**

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

Temperatura	Estabilidad constante
Color	Se considera el color café oscuro
Olor	Su olor a tierra o mantillo de bosque
Textura	Desmenuzado al tacto

### **3.8.9 Muestreo**

Los sustratos de cada unidad experimental fueron tamizados, empacados, pesados y secados para establecer su peso final. Se tomó muestras de cada uno de los tratamientos degradados y homogenizándolos, las mismas se depositaron en fundas y se enviaron al laboratorio para su análisis respectivo.

## **3.9. Datos Evaluados**

---

<sup>4</sup> Rendón, V. Manual de horticultura urbana. Gobierno Provincial de Los Ríos. Imprenta Malena, Babahoyo-Ecuador. pp 12-34. 2009.

Para evaluar el efecto de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos:

### **3.9.1 Temperatura**

Se utilizó un termómetro para suelos, la evaluación se realizó desde el primero hasta el octavo día después de la elaboración de la cama, a partir de allí cada semana hasta la estabilización de la temperatura en el material.

### **3.9.2. Porcentaje de humedad**

Para medir este parámetro se recogió una muestra del compost, la cual se llevó al laboratorio para medir la cantidad de humedad que presenta al momento de la recolección, se hizo por el método gravimétrico.

### **3.9.3. pH del compost**

Se midió por cada tratamiento, a través del análisis de la muestra en los laboratorios de la Estación experimental Litoral Sur del INIAP.

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

Para establecer el porcentaje de materia orgánica, se tomó una muestra por cada tratamiento y se llevó al INIAP para el análisis respectivo.

### **3.9.5. Determinación de Nitrógeno y Fosforo**

Para comprobar el Nitrógeno se colectó una muestra por tratamiento y se envió al laboratorio para su análisis.

### **3.9.6. Determinación de Carbono orgánico y relación carbono y nitrógeno**

Por cada unidad experimental, se recogió muestras representativas del material orgánico. Estas muestras fueron llevadas al Laboratorio, para determinar el porcentaje de carbono y la C/N.

### **3.9.7. Tiempo de descomposición**

Fue el tiempo que tardó la descomposición de los desechos orgánicos bajo los efectos de los tratamientos. Se contabilizó en días.

### **3.9.8. Porcentaje de conversión**

Se determinó dividiendo el rendimiento en kg de compost totalmente degradado, contra el peso de los desechos no compostados, en cada unidad experimental, según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Conversión} = \frac{(\text{Peso producto terminado})}{(\text{Peso producto no terminado})} \times 100$$

### **3.9.9. Rendimiento de Compost**

Se estableció al final del ensayo, en función de la descomposición total encontrada en cada tratamiento. El material procesado se pesó y expresó en kg.

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

Se efectuó en función de los costos de producción del producto final de cada uno de los materiales.

## **IV. RESULTADOS**

Los resultados obtenidos en el estudio se presentan a continuación:

### **4.1. Temperatura.**

El Cuadro 1, muestra los valores de temperatura encontrada en los diferentes tratamientos. Los datos presentaron alta significancia estadística 1, 2 y 3 días después de la implementación de los sistemas, no habiendo significancia los días 4, 5, 6, 7, 8, 16 y 24 días después de la implementación de la abonera.

Los valores en el tratamiento un día después la mezcla de materiales presentó mayor temperatura en el sistema Bangalore (39 °C) el cual fue igual al Método

Pain (37,33 °C) y al Testigo de descomposición natural (37,20 °C) y superior a los demás tratamientos; observándose el menor promedio en el Método Pfeirfer (36,43 °C). El coeficiente de variación fue 3,14 %.

Los datos tomados 2 días después del comienzo del trabajo dieron la mayor temperatura en el método Indore (49,27 °C) el cual fue estadísticamente igual al método Bangalore (49,23 °C), método Pain (48,7 °C) y testigo (48,37 °C); siendo superior al método Pfeirfer (45,77 °C) que tuvo el menor registro, con un coeficiente de variación de 3,26 %.

En la evaluación a los 3 días después, los valores mostraron la mayor temperatura con el método Indore (51,47 °C) y método Bangalore (51,47 °C), los cuales fueron iguales al método Pain (50,33 °C) y al testigo (50,87 °C), pero superiores al menor valor obtenido en el método Pfeirfer (48,67 °C). El coeficiente de variación fue 2,44 %.

La evaluación a los 4 días reportó la mayor temperatura en el método Bangalore con 40,97 °C y menor temperatura en el método Pain con 39.03 °C., siendo el coeficiente de variación de 1,11 %.

A los 5 días después del inicio de la cama de descomposición, presentó mayor temperatura con el método Indore (38,67 °C) y menos registro de temperatura en el método Pain (37,67 °C), siendo su coeficiente de variación de 3,67 %.

El mayor valor de temperatura a los 6 días se dio con el método Indore con 38,03 °C y un menor valor se halló en el método Pain 37,10 °C, con un coeficiente de variación de 5,23 %.

La toma de temperatura en los 7 días encontró mayor valor en el método Indore con 37,20 °C. En esta fecha el registro más bajo se dio en el método Pfeirfer con 36,40 °C. El coeficiente de variación fue 4,23 %.



La evaluación a los 8 días después del armado de las camas, registró la mayor temperatura con el método Indore (36,23° C), con menor registro en el método Pain (35,10° C), teniendo un coeficiente de variación de 5,99 %.

Los datos tomados a los 16 días dieron mayor temperatura cuando se utilizó el método Indore (33,20 °C), obteniendo un menor registro en el método Pfeirfer (31,83 °C), con un coeficiente de variación de 3,45 %.

En los datos tomados en los 24 días después del inicio del trabajo, se tuvo mayor temperatura con el método Bangalore (29,00 °C), obteniéndose menor temperatura en el método Pfeirfer (27,83 °C). El coeficiente de variación fue 4,33 %.

Cuadro 1. Promedios de temperatura en la evaluación físico-química de compost elaborado a partir de *Pistia stratiotes* mas estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje. Babahoyo, 2015.

<b>Tratamiento</b>	<b>1 dmc</b>	<b>2 dmc</b>	<b>3 dmc</b>	<b>4 dmc</b>	<b>5 dmc</b>	<b>6 dmc</b>	<b>7 dmc</b>	<b>8 dmc</b>	<b>16 dmc</b>	<b>24 dmc</b>
Método Indore	34,53 b	49,27 ab	51,47 a	39,73	38,27	38,03	37,20	36,23	33,20	28,97
Método Bangalore	39,00 a	49,23 a	51,57 a	40,97	38,10	37,20	36,63	35,50	32,30	29,00
Método Pfeifer	36,43 b	45,77 b	48,67 b	39,70	38,13	37,43	36,40	35,70	31,83	27,83
Método Pain	37,33 ab	48,70 ab	50,33 ab	39,03	37,67	37,10	36,87	35,10	32,07	28,50
Testigo (Descomposición Natural)	37,20 ab	48,37 ab	50,87 ab	39,77	37,90	37,70	37,13	36,20	32,43	28,80
Promedios	36,90	48,27	50,58	39,84	38,01	37,49	36,85	35,75	32,37	28,62
Significancia Estadística	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coefficiente de variación (%)	2,18	3,26	2,44	1,11	3,67	5,23	4,23	5,99	3,45	4,33

dmc: días después del montaje de composteras.

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

\*\* : Alta significancia estadística

ns: no significante

#### 4.2. Porcentaje de Humedad.

Los promedios del porcentaje de humedad se presentan en el Cuadro 2, los mismos que tuvieron alta significancia estadística, con coeficiente de variación de 1,87 %.

Los valores encontraron la humedad más alta empleando los métodos Pfeirfer (47,11 %), Método Pain (48,08 %) y Testigo (46,28), los cuales fueron estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos. La menor humedad se observó en el método Bangalore (42,63 %).

Cuadro 2. Porcentaje de humedad con la evaluación físico-química de compost elaborado a partir de *P. stratiotes* más estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje. Babahoyo, 2015.

Tratamientos	Humedad %
Método Indore	42,71 b
Método Bangalore	42,63 b
Método Pfeirfer	47,11 a
Método Pain	48,08 a
Testigo (Descomposición Natural)	46,28 a
Promedio	45,36
Significancia estadística	**
Coeficiente de variación (%)	1,87

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

\*\* : Alta significancia estadística

#### 4.3. Ph del compost

El Cuadro 3 detalla los valores del pH de las muestras de compost, registrados en las evaluaciones realizadas. Existió alta significancia entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 1,77 %.

Los métodos Bangalore con 6,6 y Pfeirfer (6,8), fueron estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos, viéndose el menor valor en el testigo de descomposición natural con 6,1.

Cuadro 3. Valores de pH con la evaluación físico-química de compost elaborado a partir de *P. stratiotes* más estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje. Babahoyo, 2015.

<b>Tratamientos</b>	<b>pH</b>
Método Indore	6,3 b
Método Bangalore	6,6 a
Método Pfeirfer	6,8 a
Método Pain	6,3 b
Testigo (Descomposición Natural)	6,1 b
Promedio	6,4
Significancia estadística	**
Coefficiente de variación	1,77

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

\*\* : Alta significancia estadística

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

Los resultados de los valores de la materia orgánica obtenidas de las muestras, se presentan en el Cuadro 4.

Se obtuvo promedios más altos de materia orgánica cuando se utilizó el método Pfeirfer con 31 %, teniendo menor valor de la misma con la utilización del método de descomposición natural (testigo) con 24,1 %.

Cuadro 4. Porcentaje de materia orgánica con la evaluación físico-química de compost elaborado a partir de *P. stratiotes* más estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje. Babahoyo, 2015.

<b>Tratamientos</b>	<b>M.O. %</b>
Método Indore	26,5
Método Bangalore	27,2
Método Pfeirfer	31,3
Método Pain	25,7
Testigo (Descomposición Natural)	24,1
Promedios	26,96

#### **4.5. Determinación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.**

Los valores de las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio, se observan en el Cuadro 5.

Con el método Bangalore se reportó una mayor concentración de nitrógeno con 1,34 ppm, viéndose menor cantidad en el testigo con descomposición natural (0,91 ppm).

La utilización del método Bangalore dio más contenido de fósforo en el material orgánico (5038 ppm) y menor cuantía con la descomposición natural (testigo) con 3914 ppm.

El reporte de potasio presentó la mayor cantidad en el método Bangalore con 658 ppm, con menores promedios en el testigo (411 ppm).

Cuadro 5. Concentración de Nitrógeno, Fosforo y Potasio con la evaluación físico-química de compost elaborado a partir de *P. stratiotes* más estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje. Babahoyo, 2015.

Materiales	Concentración (ppm)		
	N	P	K
Método Indore	1,11	4323	469
Método Bangalore	1,34	5038	658
Método Pfeirfer	1,17	4230	485
Método Pain	1,01	4118	538
Testigo (Descomposición Natural)	0,91	3914	411
Promedio	1,08	4324	512

#### 4.6. Determinación de Carbono.

En el Cuadro 6 se muestran los datos relacionados al porcentaje de carbono presente en las muestras colectadas. Los valores encontrados en el análisis determinaron mayor cantidad de carbono (17,11 %) y una relación C/N menor (13,72) en el método Bangalore, con menor carbono y más C/N en el método Pfeirfer (15,64 % y 17,81, respectivamente).

Cuadro 6. Porcentaje de Carbono y relación C/N, con la evaluación físico-química de compost elaborado a partir de *P. stratiotes* más estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje. Babahoyo, 2015.

Tratamientos	Carbono %	Relación Carbono/Nitrógeno
Método Indore	16,45	14,89
Método Bangalore	17,11	13,72
Método Pfeirfer	15,64	14,56
Método Pain	16,73	12,73
Testigo (Descomposición Natural)	17,01	17,81
Promedios	16,59	14,74

#### 4.7. Tiempo de Descomposición.

El Cuadro 7 presenta el tiempo de descomposición del compost, encontrándose alta significancia estadística en los métodos empleados. El coeficiente de variación fue 4,23 %.

Se comprobó que la utilización del método de descomposición natural alarga el ciclo de descomposición con 52,36 días, igual estadísticamente a los métodos Pfeirfer y Pain (50,28 y 49,87 días, respectivamente), pero superior al método Bangalore que se descompuso más rápido (46,93 días).

Cuadro 7. Tiempo de descomposición con la evaluación físico-química de compost elaborado a partir de *P. stratiotes* más estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje. Babahoyo, 2015.

Tratamientos	Días
Método Indore	49,15 b
Método Bangalore	46,93 b
Método Pfeirfer	50,28 ab
Método Pain	49,87 ab
Testigo (Descomposición Natural)	52,36 a
Promedios	49,72
Significancia estadística	**
Coeficiente de variación	4,23

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

\*\* : Alta significancia estadística

#### 4.8. Porcentaje de conversión.

Los promedios del porcentaje de conversión de compost se observan en el Cuadro 8, donde se tuvo alta significancia en los tratamientos, con un coeficiente de variación de 2,18 %.

La prueba de Tukey determinó mayor conversión con el método Indore (73,33 %), siendo superior estadísticamente a los demás métodos empleados y presentándose la menor conversión utilizando el método de descomposición natural (37,17 %).

Cuadro 8. Rendimiento de composta con la evaluación físico-química de compost elaborado a partir de *P. stratiotes* más estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje. Babahoyo, 2015.

Tratamientos	%
Método Indore	73,33 a
Método Bangalore	60,40 b
Método Pfeirfer	45,10 c
Método Pain	49,23 c
Testigo (Descomposición Natural)	37,17 d
Promedios	53,05
Significancia estadística	**
Coeficiente de variación	2,18

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

\*\* : Alta significancia estadística

#### 4.9. Rendimiento de Compost.

El Cuadro 9 muestra el rendimiento de compost calculado en la investigación, observando alta significancia en los métodos de compostaje y con un coeficiente de variación de 5.11 %.



El método Indore dio el mayor rendimiento de compost (5,45 kg/lote), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. El menor peso estuvo cuando se utilizó la descomposición natural como método (3,08 kg/lote).

Cuadro 9. Rendimiento de composta con la evaluación físico-química de compost elaborado a partir de *P. stratiotes* más estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje. Babahoyo, 2015.

<b>Tratamientos</b>	<b>kg/lote</b>
Método Indore	5,45 a
Método Bangalore	4,12 b
Método Pfeirfer	3,67 bc
Método Pain	3,73 bc
Testigo (Descomposición Natural)	3,08 c
Promedios	4,02
Significancia estadística	**
Coefficiente de variación	5,11

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

\*\* : Alta significancia estadística

#### **4.10. Análisis microbiano**

En el Cuadro 10, se observan los resultados del análisis microbiológico ejecutado a las muestras de compost.

Los datos del reporte indican niveles altos de bacterias, celulolíticos y fijadores de nitrógeno, en todos los métodos utilizados. Los valores de hongos y actinomicetes son medios en todos los métodos.

#### 4.11. Análisis Económico.

El Cuadro 11 indica los resultados del análisis de costos realizado a los tratamientos probados en la investigación.

Se tuvo mayor utilidad utilizando el método Indore con \$960, dándose menor ingreso en la descomposición natural con \$12.

Cuadro 10. Análisis microbiológico de composta con la evaluación físico-química de compost elaborado a partir de *P. stratiotes* más estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje. Babahoyo, 2015.

Tratamiento	Bacterias	Actinomicetos	Hongos	Celulolíticos	SBF	FBN
	Esporas/gmc(*)					
Método Indore	4,60000	7,990000	4,5800	1,070000	3,38000	3,56
Método Bangalore	4,49000	7,820000	4,4700	1,050000	3,30000	3,47
Método Pfeirfer	4,55000	7,900000	4,5300	1,060000	3,34000	3,52
Método Pain	4,08000	7,130000	4,0600	0,950000	2,98000	3,14
Testigo	4,49000	7,820000	4,4700	1,050000	3,30000	3,48

Cuadro 14. Análisis económico de composta con la evaluación físico-química de compost elaborado a partir de *P. stratiotes* más estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje. Babahoyo, 2015.

Tratamiento	Rendimiento kg/lote	Ingresos	Egresos	Utilidad Neta	B/C
Método Indore	5,45	2180	1220	960	1,79
Método Bangalore	4,12	1648	1220	428	1,35
Método Pfeirfer	3,67	1468	1220	248	1,20
Método Pain	3,73	1492	1220	272	1,22
Testigo	3,08	1232	1220	12	1,01

Costo kg Composta: \$ 2,2  
Unidades por lotes: 100

<b>Presupuesto</b>	<b>Costo</b>
Elaboración de cajas	350
Mano de obra	140
Transporte de material	80
Recolección de materiales para compost	120
Manejo de material para descomposición	50
Análisis de muestras en laboratorios	480
Costo totales	1220

## V. DISCUSIÓN

Los resultados logrados en el trabajo desarrollado, establecieron que el empleo de *Pistia stratiotes* (lechuguilla de agua) más estiércol bovino utilizando cuatro métodos de compostaje, aceleran y aumentan el proceso de descomposición de residuos orgánicos para uso en compost.

El uso de *Pistia stratiotes* (lechuguilla de agua) como fuente de material para lograr compost tuvo una alta incidencia sobre la calidad y forma del material, mostrando mejores características químicas que otros vegetales utilizados, en especial con el método de degradación Indore. Esto concuerda con Bernal (1997), quien menciona que esta planta al tener efecto de Fitorremediación es utilizada para descontaminar el agua de ríos, entre otros. Debido a que por medio de actividades metabólicas, asimilan transforman y acumulan los contaminantes, liberan al suelo oxígeno y sustancias bioquímicas como por ejemplo enzimas que estimulan la biodegradación de los contaminantes, e intensificación de la biodegradación por los hongos y bacterias localizados en la interface suelo- raíz. Así mismo esta planta puede absorber de forma eficiente, sustancias orgánicas moderadamente hidrofóbicas. Las sustancias que emiten estas plantas al suelo incluyen ligandos quelantes, enzimas y oxígeno en las raíces, facilitando las transformaciones aeróbicas.

Las pruebas estadísticas mostraron diferencias significativas en la mayoría de variables evaluados sobre todo en el método Bangalore, el cual evidenció mayor temperatura que influyó sobre los procesos de descomposición del material. Esto concuerda con Martínez (2001), quien menciona que 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 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<sub>2</sub> ha de permanecer relativamente elevado, el volteo periódico facilita la renovación del aire en el interior de la pila.

La cantidad de material obtenido es adecuado para la cantidad de material utilizado, logrando porcentajes de conversión superiores a otros materiales, como lo menciona Gear (1993) quien menciona que el compostaje aerobio produce un compost de mayor calidad y su puesta en marcha es sencilla; sin embargo requiere un gasto energético para aportar oxígeno, reduce menos el volumen de la materia orgánica, requiere grandes superficies, tiene un límite en la carga que puede tratar y expulsa gases contaminantes a la atmósfera.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. La utilización del método Indore produce un aumento en la cantidad de material vegetal y calidad microbiana de los residuos orgánicos.
2. La utilización del método Indore, logró rendimientos de compost maduro 77 % mayores en relación a la descomposición natural (testigo).
3. La aplicación de microorganismos eficientes promueve la descomposición acelerada del material vegetal utilizado.
4. La variable temperatura no presentó variaciones a partir del 4 día de trabajo, tendiendo a estabilizarse en la segunda semana de estudio.
5. Todos los tratamientos presentaron cantidades adecuadas de microorganismos, según el análisis.
6. La cantidad de material compostado fue mayor en el método Indore con 5,45 kg/lote, teniendo una mejora calidad de la composta.
7. La mayor utilidad neta se obtuvo con el uso del método Indore con 960 dólares.

Se recomienda:

1. Utilizar el método Indore, para acelera la descomposición de materiales orgánicos para uso en compost.
2. Aplicar microorganismos eficientes para desarrollar una mejor calidad microbiana del compost maduro.
3. Hacer investigaciones similares con otros desechos orgánicos, materiales vegetales, en otras condiciones de manejo.

## **VII. RESUMEN**

La lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), es una planta flotante de color verde a verde amarillo y se la considera una maleza. Esta planta acuática tiene una buena propagación, lo que le permite producir hasta 800 kg/ms/ha/día. El compost es producto de descomposición de materia orgánica los factores más importante son: temperatura, humedad y oxígeno. La producción de compost a partir de planta acuática, de desechos orgánicos y estiércol de bovino.

El presente estudio tuvo como objetivo realizar una evaluación físico-química del compost elaborado a partir de *P. stratiotes* más estiércol de bovino sometido a cuatro métodos de compostaje, incluido un análisis económico.

El trabajo se ejecutó en los predios de la granja experimental “San Pablo” de la Universidad Técnica de Babahoyo, situada en km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Se propuso cinco y tres repeticiones; con parcelas de un metro cuadrado. Los tratamientos se arreglaron en un diseño de bloques completos al azar, utilizando la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad, para la evaluación de promedios.

Los resultados alcanzados establecieron que con el uso del método de compostaje Indore se logra aumentar el proceso de descomposición de los residuos de *P. stratiotes*, en conjunto con la aplicación de estiércol y microorganismos eficientes, para la elaboración de compost. Se observó un mayor aumento de temperatura con el uso del método Bangalore, lo que aumenta el tiempo de descomposición y disminuye la calidad nutricional.

## VIII. SUMMARY



The lettuce of water (*Pistia stratiotes*) is a floating plant it from green color to green yellow and it considers it an overgrowth. This aquatic plant has a good propagation, what allows him to take place up to 800 kg/ms/ha/days. The compost is product of decomposition of organic matter the most important factors they are: temperature, humidity and oxygen. The compost production starting from aquatic plant, of organic waste and manure of bovine.

The present study had as objective the has physical-chemical evaluation of the compost elaborated starting from *P. stratiotes* but manure of bovine subjected to four compost methods, included an economic analysis.

The work was made in the properties of the experimental farm "San Pablo" of the Technical University of Babahoyo, located in km 7,5 of the road Babahoyo-Montalvo. He/she intended five three repetitions; with parcels of a square meter. The treatments got ready at random in a design of complete blocks, using the test from Tukey to 95% of probability, for the evaluation of averages.

The reached results established that with the use of the compost method Indore is possible to increase the process of decomposition of the residuals of *P. stratiotes*, together with the application of manure and efficient microorganisms, for the compost elaboration. A bigger increase of temperature was observed with the use of the method Bangalore, what increases the time of decomposition and it diminishes the nutritional quality.

## **IX. LITER/ A CITADA**

Álvarez, A. 2004. Producción anaeróbica de biogás aprovechamiento de los residuos del proceso anaeróbico. Instituto de Investigaciones en Procesos Químicos lideproq.

Aubert, C. 1989. Técnicas básicas en Agricultura Biológica. Asociación Vida sana p. 4-6.

Bernal, M. (1997).Rutas a tecnologías para la investigación y limpieza de terrenos contaminados. Departamento de Conservación del Suelos y Aguas y Manejo de Residuos Orgánicos de Edafología y Biología Aplicada de la Segura. Consejo Superior de Investigación Científica. (CSIC). Murcia, España.

Biblioteca de la Agricultura. 1997. Suelos, abono y materia orgánica.

BIOAGRO, S. R. L. 2,005. Análisis de micronutrientes para abono orgánico compost. Consultado el 27 Octubre de 2,009. Disponible en <http://www.Bioagro.com./abonos/micronutrientes compostaje. ur>.

Burbano, H. 2002. “El Suelo: Una Visión Sobre sus Componentes Bioorgánicos”, Universidad de Nariño, Pasto Colombia 2002, pp. 92, 93.

Elzakker, B. 1995. Principios y prácticas de la agricultura en el trópico húmedo. San José, CR, Fundación Guillombé. 86 p.

EkoSTAR. s.f. Bokashi. (en línea). España, ES, s.e. Consultado 16 jun. 2005. Disponible en: <http://64.233.187.104/search?q=cache:dfb0w6qunC0J:www.ekostar.com/html/es/natu/bokashi/que/em.htm+bokashi+como+abono+organico&hl=es>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, IT).2003. Macrófitas acuáticas (en línea). Roma, IT. Consultado

15 feb. 2005. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/AB492S09.htm>

FUNDASES. 2005. Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible (en línea). Fundación de Asesorías para el Sector Rural. Consultado 27 de mayo. 2005. Disponible en: <http://www.fundases.org/p/pub-micro15.html>).

Gear, A. 1993. Abonos verdes. Fundación la Era Agrícola. Seminario Internacional de Agricultura Ecológica. Venezuela. Disponible en [http://www.eraecologica.org/revista\\_16/era\\_agricola\\_16.htm?abonos\\_verdes.htm~mainFrame](http://www.eraecologica.org/revista_16/era_agricola_16.htm?abonos_verdes.htm~mainFrame)

Giaconi, V. 1988. Cultivo de Hortalizas Sexta Edición actualizada Universidad Santiago de Chile. p 78.

Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Madrid, ES,Mundi- Prensa. 206 p.

Gutiérrez, M. 2005. Composición de las comunidades de insectos acuáticos asociados a la vegetación en llanuras de inundación Moxos (Beni-Bolivia). Consultado en línea: <http://bibliotecadigital.umsa.bo:8080/rddu/bitstream/123456789/176/1/TM609.pdf>.

INIAP. Asociación Vida Sana, difunde sobre uso y elaboración de abonos orgánicos para el cacao en Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Agropecuarias Tema: Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos Pag.105 Autor: Diego Cajamarca V. -2012-

INFOAGRO. © Copyright InfoagroSystems, S.L., EL COMPOSTAJE (1ª parte), (en línea) Disponible en: [accesado 18 May 2012]

<http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

Manabí, Ecuador (en línea) Disponible en: [accesado 17 May 2012]  
<http://vidasana.org/noticias-vidasana/iniap-difunde-sobre-uso-y-elaboracion-abonos-organicos-para-el-cacao-en-manabi-ecu>

Martínez, M. 2001. "Agricultura Biológica", Dormartha Ltda., Bogotá Colombia, 2001, pp. 70 – 75

Medrano, D. 1990. Capacitación agrícola para las mujeres latinoamericanas: la experiencia institucional. San José, CR, IICA CATIE. 26 p.

Megia, M. 2001. Terranova Editores, Ltda. Agricultura Ecológica, Segunda edición, Panamericana Formas e Impresos Bogotá – Colombia., pp. 221 – 223.

Morales-Miñano, A. J. El estiércol, ventajas y desventajas, (en línea) Disponible en: [accesado 18 May 2012]

Olivera, J., Peralta, E., Murillo, A., Caicedo, C., Pinzón, J., Rivera, M. 1998. Manual Agrícola de Leguminosas. (1998). Manual de Prácticas Ecológicas. Quito – Ecuador. INIAP. 12p.

Restrepo, J. 1,996. Abonos orgánicos fermentados, experiencia de agricultores de Centro América y Brasil. Editorial CEDECO – OIT. San José Costa Rica. 51 p.

Soft, B. (s.f.). Origen de la Materia Orgánica. Disponible en <http://www.terralia.com/revista8/pagina16.htm>

Solórzano, M. 2012. Biblioteca Virtual – FUNDESYRAM. Sección: Insumos Orgánicos. 1 Ed.

Stoffella, L. 2005. Utilización del compost en los sistemas de cultivo hortícola. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Suquilanda, M. 2003. Producción Orgánica de Hortalizas en la sierra norte y central del Ecuador. Universidad Central del Ecuador – 2003. P 240. Disponible en: [dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/1/tesis\\_20%LIC.%20JATIVA.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/1/tesis_20%LIC.%20JATIVA.pdf).

Suquilanda, M. 1996. Agricultura Orgánica Alternativa del Futuro Ediciones UPS FUNDAGRO Quito, Ecuador p 105,194-195,172.

Yanjos, B. 2010. Ensayos. Elaboración de Aboneras. *BuenasTareas.com*.

# ***ANEXOS***



**Figura 1.** Recolección de material para compost.



**Figura 2.** Distribución de tratamientos en sitio experimental.



**Figura 3.** Campo experimental.



**Figura 4.** Aplicación de tratamientos.





**Figura 5.** Riego a los tratamientos.



**Figuras 6.** Recolección de muestras para laboratorio.



**Figura 7.** Cernido y categorización de residuos.

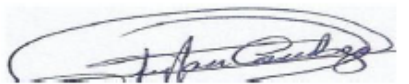
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUA**  
**REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO**

Nombre:	Srta. MARIA DAMIANI	Factura #:	14725
Remitente:	Srta. MARIA DAMIANI	F/Muestreo:	28/01/2016
Hacienda:	SAN PABLO	F/Ingreso:	29/01/2016
Localización:	BABAHOYO	F/Salida:	22/02/2016

# Laboratorio	Identificación de muestras	%		
		N	P	K
27567	Tratamiento 1	1,11	4323	469
27568	Tratamiento 2	1,34	5038	658
27569	Tratamiento 3	1,17	4230	485
27570	Tratamiento 4	1,01	4118	538
27571	Tratamiento 5	0,91	3914	411

Nota: El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de muestras

Atentamente,



Dra. Gloria Carrera  
 Responsable del Laboratorio Suelos

**Figura 9.** Análisis químico de nutrientes.

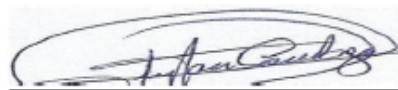
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUA**  
**REPORTE DE RELACIÓN C/N**

Nombre:	Srta. MARIA DAMIANI	Factura #:	14725
Remitente:	Srta. MARIA DAMIANI	F/Muestreo:	28/01/2016
Hacienda:	SAN PABLO	F/Ingreso:	29/01/2016
Localización:	BABAHOYO	F/Salida:	22/02/2016

# Laboratorio	Identificación de muestras	pH	%
			Relación C/N
13345	Tratamiento 1	6,4	14,89
13346	Tratamiento 2	6,5	13,72
13347	Tratamiento 3	6,4	14,56
13348	Tratamiento 4	6,6	12,73
13349	Tratamiento 5	6,6	17,81

Nota: El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de muestras

Atentamente,



Dra. Gloria Carrera  
 Responsable del Laboratorio Suelos

**Figura 10.** Análisis pH y relación C/N.

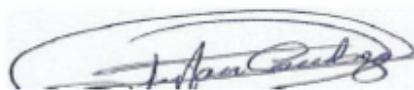
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUA**  
**REPORTE DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA**

Nombre:	Srta. MARIA DAMIANI	Factura #:	14725
Remitente:	Srta. MARIA DAMIANI	F/Muestreo:	28/01/2016
Hacienda:	SAN PABLO	F/Ingreso:	29/01/2016
Localización:	BABAHOYO	F/Salida:	22/02/2016

# Laboratorio	Identificación de muestras	% bps	
		Materia orgánica	Carbono Orgánico
29145	Tratamiento 1	26	16,45
29146	Tratamiento 2	27	17,11
29147	Tratamiento 3	31	15,64
29148	Tratamiento 4	25	16,73
29149	Tratamiento 5	25	17,01

Nota: El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de muestras

Atentamente,



Dra. Gloria Carrera  
Responsable del Laboratorio Suelos

**Figura 11.** Análisis de materia orgánica y carbono orgánico.