



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACION

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE TITULACION COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS (EM) EN LA DESCOMPOSICIÓN Y MINERALIZACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA PROVENIENTE DE DESECHOS AGRÍCOLAS EN LA ZONA DE BABAHOYO”.

AUTORA:

ELITA MARIA MOROCHO SÁNCHEZ

TUTORA:

Ing. Agr. MSc. Victoria Rendón Ledesma

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR
2016

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación:

A Dios Todopoderoso por guiarme y darme las fuerzas necesaria para no rendirme, a pesar de todos los momentos en que sentía que no podía. Y permitir que concluya mi carrera profesional.

A mi querida madre Jovita Sánchez por haber depositado toda su confianza en mí, por todo el esfuerzo que siempre hizo por ver a su hija como una profesional, por todas sus palabras de aliento que me motivaba a continuar esta meta.

A mis hermanos y hermanas por todo su apoyo incondicional y desinteresado, que siempre estuvieron presente cuando los necesite.

A mis amigos que siempre vieron la forma de estar presente para ayudar a cumplir el objetivo.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar un sincero agradecimiento a la Ing. Agr. MSc. Victoria Rendón Ledesma por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico.

También un agradecimiento a todas las personas que ayudaron a que el trabajo concluya de manera exitosa al Ing. Javier Saltos, Ing. Eduardo Colina y Ing. PhD Carmen Triviño, que de una manera desinteresada colaboraron a mejorar la investigación con sus conocimientos.

Agradezco también a mis amigos Juana Vera, Viviana Arana, Joel Fernández y María Fernanda Damiani que siempre estuvieron dispuestos brindando su tiempo para ayudar.

INDICE

Contenido	Página
1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 Objetivos	4
2 REVISIÓN DE LITERATURA	5
3 MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Ubicación y descripción del campo experimental	14
3.2 Material Experimental	14
3.3 Factores estudiados	14
3.4 Métodos	14
3.5 Tratamientos	14
3.6 Diseño experimental	15
3.7 Manejo del ensayo	15
3.8 Datos Tomados	18
4 RESULTADOS	21
5 DISCUSIONES	32
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
7 RESUMEN	36
8 SUMMARY	37
9 LITERATURA CITADA	38
ANEXOS	42

I. INTRODUCCIÓN

En la agricultura los desechos orgánicos juegan un papel importante para el suelo, pues el hombre, años atrás conocía el método y su importancia, mediante la recolección de los desechos de los cultivos ya procesados se utilizaba como abono para la planta.

Los abonos orgánicos deben ser usados para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, ayudan a incrementar la materia orgánica del mismo, aportan macronutrientes y proporcionan una mejor relación carbono nitrógeno, logrando con esto una buena capacidad de intercambio catiónico y el pH.

Es necesario que los productores del agro aprendan a reutilizar y transformar los desechos orgánicos en insumos, sin pretender remplazar ningún tipo de producto sino encontrar una alternativa que permita mejorar la producción de los cultivos de una manera más fácil y eficiente, sin perjudicar el medio ambiente. Tratando de conservar estos medios para no ocasionar daño a nuestro planeta y mejorar la producción de los cultivos de forma orgánica.

Los desechos orgánicos pueden ser líquidos y sólidos en este caso siendo los sólidos nuestra mayor importancia para este respectivo estudio, los desechos orgánicos en muchos casos pueden ser reutilizados; unas de las maneras para realizar esta actividad es utilizarla como abono en diferentes cultivos o la extracción como concentrados sin disminuir sus proteínas.

Son biodegradables y pueden ser procesados en presencia del oxígeno y en la ausencia del mismo mediante la digestión anaeróbica. Los dos procesos son aceptables para su descomposición, el volumen de desechos y residuos de origen vegetal es el 25 % de estos desechos como por ejemplo los residuos de cultivos.

Estos desechos tienen muchos beneficios para el suelo debido a que son muy ricos en nutrientes y funcionan como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, que al incorporarla ejercerá distintas reacciones al suelo , como mejorar la estructura , la permeabilidad, aumenta la fuerza de cohesión en suelos arenosos y disminuye esto en suelo arcilloso.

Este estudio también se realizó con la presencia de EM, que es una mezcla de varios microorganismos benéficos tanto aeróbico como anaeróbico en palabras más sencillas, estos compuestos aceleran la descomposición de los desechos orgánicos por medio de un proceso de fermentación.

Por lo expuesto el presente trabajo tuvo el propósito de lograr una alternativa en la elaboración de compost a partir de residuos agrícolas, con el fin de mejorar la calidad del producto, logrando un aporte al desarrollo agrícola en la zona de Babahoyo.

1.1. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el porcentaje de microorganismos efectivos (EM) en la descomposición y mineralización de la materia orgánica de desechos de cultivos agrícola en la zona de Babahoyo.

1.4.2. Objetivos específicos

- Conocer la tasa de descomposición de los residuos orgánicos en función de la aplicación de microorganismos efectivos.
- Evaluar el tiempo de descomposición y mineralización de la materia orgánica.
- Analizar los beneficios económicos de las materias orgánicas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Materia Orgánica

Jackson (2003) menciona que la materia orgánica y humus son términos que describen cosas algo diferentes pero relacionadas entre sí. La materia orgánica se refiere a la fracción del suelo que está compuesta tanto de organismos vivos como de residuos muertos en varios estados de descomposición. Humus es sólo una pequeña porción de la materia orgánica. Es el producto final de la descomposición de la materia orgánica y es relativamente estable. La continuación de la descomposición del humus ocurre muy lentamente en ambientes agrícolas y naturales. En sistemas naturales, se alcanza un balance entre la cantidad de formación de humus y la cantidad de descomposición de este.

Nation (2006) afirma que hay varios factores que afectan el nivel de materia orgánica que se puede mantener en el suelo. Entre estos están las adiciones de materia orgánica, humedad, temperatura, labrado, niveles de nitrógeno, cultivación, y fertilización. El nivel de materia orgánica presente en el suelo es una función directa de la cantidad de material orgánico que se produce o agrega al suelo contra lo que entra en putrefacción. Los objetivos de este acto de balance implican el nivel de la descomposición de materia orgánica, a la vez que se aumenta el suministro de materiales orgánicos que se producen en sitio y o se agregan fuera del sitio.

La humedad y la temperatura también afectan profundamente los niveles de materia orgánica. Mucha lluvia y temperaturas altas promueven el crecimiento rápido de las plantas, pero estas condiciones también son favorables a la rápida descomposición y pérdida de materia orgánica. Poca lluvia y bajas temperaturas disminuyen la rapidez del crecimiento de las plantas y la descomposición de materia orgánica.

La rápida descomposición de la materia orgánica devuelve nutrientes al suelo, los que se captan casi inmediatamente por el rápido crecimiento de las plantas.

Agregar estiércol y abono orgánico son formas reconocidas para mejorar los niveles de materia orgánica y humus en la tierra. Cuando estos faltan, los pastos perennes son el único cultivo que puede regenerar y aumentar el humus del suelo. Los pastos de estaciones frías fabrican materia orgánica más rápido que los de estaciones cálidas ya que normalmente están en crecimiento por más tiempo durante el año.

Sachs (2005) informa que al agregar materia orgánica al suelo se provee más alimento para los microorganismos. Para lograr un aumento de materia orgánica en el suelo, las adiciones deben ser mayores que lo que se retira

Jeavons (2002) dice que la materia orgánica es el elemento clave de la estructura del suelo y que facilita la penetración adecuada del aire y del agua protegiéndola de la erosión. El objetivo primordial de aplicar abonos al suelo es establecer el nivel apropiado y mantener el equilibrio de nutrientes en el suelo.

Fuentes (1997) hace referencia, que la aplicación de materia orgánica en cultivos como el frijol es de gran importancia por su efecto sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo, así como por su influencia en la incorporación de nutrientes y el mejoramiento de las propiedades Físico-Químico del suelo.

Altieri (1997) plantea que la materia orgánica es solo un pequeño porcentaje del peso de la mayoría de los suelos (generalmente del 1 al 6 %), porque la cantidad y el tipo de materia orgánica influyen en casi todas las propiedades que contribuyen a la calidad del suelo. La cantidad y calidad de la materia orgánica puede cambiar las propiedades del suelo, cuando la estructura y disponibilidad de los nutrientes mejora y existe más diversidad biológica en suelos con un buen manejo de la materia orgánica.

2.2. Microorganismos eficientes

Mauz (2006) afirma que los microorganismos eficientes (EM) no son pesticidas, y aunque no está compuesto por químicos puede ser utilizado como tal, preparándolo como EM. El EM es un inoculante microbiano que funciona como Un controlador biológico para la supresión y/o el control de plagas a través de la introducción de microorganismos benéficos al medio ambiente de las

plantas. Así, plagas y patógenos se suprimen o controlan mediante procesos naturales debido al incremento de las actividades de competitividad y antagonismo de los microorganismos contenidos en los inoculantes

Paniagua (2008) dice que el uso de la tecnología de microorganismos para la agricultura fue desarrollada en los años 80 por el japonés Dr. Teruo Higa y fue ganando popularidad a través de los productos comerciales elaborados en laboratorios y conocidos como EM (Microorganismos Eficaz). Por otro lado, se desarrolló una tecnología para reproducir los microorganismos que viven naturalmente en nuestros bosques. Estos microorganismos son llamados comúnmente “Microorganismos de Montaña” o MM.

Rendón (2010) menciona que los Microorganismos Efectivos (EM), son una mezcla de varios microorganismos benéficos tanto aeróbicos como anaeróbicos, son levaduras, actinomicetos, bacterias ácido lácticas y fotosintéticas; estos son utilizados para agilizar el proceso de fermentación de alimentos humanos y animales, por lo tanto son totalmente seguros, esto vendría a ser un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos

Higa (2002) divulga que los Microorganismos Efectivos conocidos por su sigla en inglés –EM–, son una mezcla de tres grupos de microorganismos completamente naturales que se encuentran comúnmente en los suelos y en los alimentos. El EM contiene:

- Lactobacilos, similares a los que se utilizan para fabricar el yogur y los quesos.
- Levaduras, como las que se emplean para elaborar el pan, la cerveza o los vinos.
- Bacterias Fototróficas o Fotosintéticas, habitantes comunes de los suelos y de las raíces de las plantas.

Estos microorganismos no son nocivos, ni tóxicos, ni genéticamente modificados por el hombre; por el contrario son naturales, benéficos y altamente eficientes.

2.3. Residuos vegetales

Sosa (2005) indica que efectivamente, el empleo eficiente de los residuos animales como abonos puede ser una práctica de manejo agronómica y económicamente viable para la producción sustentable en el caso específico de los estiércoles de diferentes ganados, su incorporación al suelo permite llevar a cabo un reciclado de nutrientes. Los mismos son removidos desde el complejo suelo-planta a través de la alimentación de los animales y pueden retornar parcialmente a ese medio en forma de abonadora

Jeavons (2002) y Soto (2003) divulgan que los abonos orgánicos incluyen todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos o como mejoradores de suelos. Estos tienen su origen en residuos vegetales y animales, los que en su forma más simple pueden ser residuos de cosechas que quedan en los campos y se incorporan de forma espontánea o con las labores de cultivo y residuos de animales que quedan en el campo al permanecer los animales en pastizales.

Rendón (2010) dice que las aboneras mejoradas son las mezclas de restos vegetales con el propósito de acelerar el proceso de descomposición natural de los desechos orgánicos por una diversidad de microorganismos en un medio húmedo, caliente y aireado que da como resultado final un material de alta calidad de fertilidad.

Romero *et al.* (2000) argumentan que los abonos orgánicos se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mejorar la estructura del suelo; con ello, se aumentan la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrimentos para las plantas. Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad.

Velasco *et al.* (2001) resalta que la importancia de implementar técnicas de producción agrícola enfocadas al uso eficiente de los recursos que tiende hacia una agricultura sostenible. En este sentido, la aplicación de abonos orgánicos, son alternativas que pueden emplearse en la producción agrícola. Las prácticas de agricultura sostenible persiguen reducir los insumos químicos al suelo, manteniendo rendimientos rentables. Retornar residuos de cosechas o adicionar compost al suelo es una técnica para reducir los insumos químicos.

Altieri (2004) expresa que el abono orgánico es un producto natural resultante de la descomposición de la materia de origen vegetal, animal y mixto, que tienen la capacidad de mejorar la fertilidad y estructura del suelo, la capacidad de retención de la humedad, activa su capacidad biológica, y por ende mejorar la producción y productividad de los cultivos.

Acuña *et al.* (2002) plantea que la base de toda la vida terrestre es el suelo y, por tanto, soporte de toda la vida del planeta; está conformado por una parte orgánica, que son los organismos que habitan en el suelo, residuos vegetales, bacterias, hongos, plantas, protozoos, lombrices, artrópodos, roedores entre otros y por una parte inorgánica (minerales, agua, aire). El suelo es la base de la producción animal y vegetal; y, de su adecuado manejo, depende que los alimentos sean constantes y crecientes, y que se mejore y conserve su fertilidad

IIRR (1996), Rodríguez (1988) y Rodríguez (1999) plantean que de una buena fertilidad de los suelos, depende la obtención de una buena cosecha. Un suelo fértil es un suelo sano y por ende sinónimo de una sana y abundante producción. La aplicación de abonos orgánicos es una alternativa para poder recuperar la fertilidad del suelo ya que los microorganismos que poseen realizan un imponente trabajo el descomponer las sustancias orgánicas y convertirlas en minerales, los cuales pueden ser asimilados por las plantas durante su ciclo productivo.

Heredia *et al.* (1997) plantean que al aumentar el contenido de macro elementos en el suelo a base de abonos orgánicos pues las plantas pueden

llegar a un estado óptimo de crecimiento y desarrollo por lo que se obtendrían resultados favorables en los rendimientos.

2.4. Relación Carbono-Nitrógeno

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. 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.

2.5. Compost

Jeavons (2002) menciona que la tierra floja y fértil permite que las raíces penetren fácilmente y que una corriente continua de nutrientes fluya hacia el tallo y las hojas. La planta al no encontrarse en un suelo con una buena estructura y bien abonado, tiene dificultades en absorber nutrientes influyendo en su crecimiento y la planta desarrolla más carbohidratos y menos proteínas. Como los insectos prefieren los carbohidratos la planta se vuelve más susceptible al ataque de plagas y finalmente de las enfermedades. Se inicia así

un ciclo de debilitamiento que a menudo culmina con el uso de pesticidas y la aniquilación de la vida del suelo lo que a su vez hace menos resistente a la planta.

Sztern y Pravia (2006) informan que los residuos orgánicos se refieren 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.

Duicela *et al.* (2003) mencionan que la influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo es bastante grande e incluso mayor de los que se podría creer, si se toma en cuenta que su contenido en el suelo es relativamente bajo y sin esta no habría actividad biológica.

Rule *et al.* (1991) plantea que los residuos de cosechas pueden aportar, tras un proceso adecuado de humificación, es decir, de descomposición y formación de sustancias húmicas, una cantidad importante de humus beneficioso para el suelo.

Gudynas (1999) dice que los abonos orgánicos no solo aportan al suelo materiales nutritivos, sino que además influyen favorablemente en la estructura del suelo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambios de gases y nutrientes, a nivel de raíces de las plantas.

Gonzales (2001) manifiesta que el compost es uno de los mejores abonos que se puede obtener en forma fácil y que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos.

Sachs (2005) argumenta que en un año cualquiera, bajo condiciones normales, 60 a 70 por ciento del carbono contenido en los residuos orgánicos agregados

al suelo se pierde como dióxido de carbono. Cinco a diez por ciento se asimilan en los organismos que descomponen los residuos orgánicos y el resto se convierte en humus "nuevo." La capa arable del suelo es el capital del agricultor y preservarla significa mantener los recursos del suelo.

Magdoff (1997) menciona que los diversos factores que determinan la calidad del suelo son esencialmente aquellas propiedades que ejercen mayor influencia en el crecimiento de los cultivos. Dentro de estas propiedades las más importantes son: las físicas, las químicas y las microbiológicas.

Infoagro (2004) argumenta que el compost es el resultado del proceso de descomposición de diferentes clases de materiales orgánicos (restos de cosecha, excrementos de animales y otros residuos), realizado por microorganismos y microorganismos en presencia de aire (oxígeno y otros gases), lo cual permite obtener como producto el compost, que es un abono excelente para ser utilizado en la agricultura.

García (1997) expresa que para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente esta materia prima procede de:

- Restos de cosecha pueden emplearse para hacer compost o como acolchado. Los restos de vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc., son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos etc. Son menos ricos en nitrógenos.
- Abonos verdes, césped, malas hierbas etc.
- Estiércol animal. Destaca el estiércol de vaca. Aunque otros de gran interés son la gallinaza, estiércol de caballo, de ovejas y las purinas.

Infoagro (2004) divulga que las Propiedades del compost ayuda a:

- Mejora las propiedades físicas del suelo
- Mejora las propiedades químicas
- Mejora la actividad biológica del suelo.

- Mejora las propiedades físicas del suelo: La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. El compost permite suelos más esponjosos que retienen una mayor cantidad de agua.
- Mejora las propiedades químicas: aumenta el contenido de micronutrientes y macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Además acrecienta la Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.), que es la capacidad de retener nutrientes para luego liberarlos para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo: actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que éstos viven a expensas del humus, que es la materia orgánica descompuesta que resulta de la acción de los microorganismos y contribuyen a su mineralización.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

La investigación se efectuó en los predios de la granja experimental “San Pablo” 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.

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 anuales¹.

3.2. Material experimental

Para la siguiente investigación se utilizó desechos de cultivos agrícolas y Microorganismos efectivos (EM).

3.3. Factores Estudiados

Variable dependiente: Mineralización de la Materia Orgánica.

Variable independiente: Residuos orgánicos proveniente de desechos agrícola.

3.4. Métodos

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

3.5. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes clases de residuos de cultivos, estiércol de bobino más las dosis de los microorganismos efectivos EM para la descomposición de la Materia Orgánica.

¹ Datos tomados en la estación meteorológica FACIAG-INAHMI. 2015.

	Tratamientos	Dosis EM Comercial	Capa Estiércol
	Método	(L/200 L agua)	Bovino
T1	Residuos vegetales	0,0	0
T2	Residuos vegetales	1,0	0
T3	Residuos vegetales	0,0	20 cm
T4	Residuos vegetales	1,0	20 cm
T5	Estiércoles	0,0	70 cm
T6	Estiércoles	1,0	70 cm

A cada tratamiento se le agregó 2 capas de tierra del lugar.

3.6. Diseño experimental

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

3.6.1 Características del lote experimental

Tratamientos: 6

Repetición: 3

Total parcelas: 18

Ancho de la unidad experimental: 1 m

Largo de unidad experimental: 1 m

Área unidad experimental: 1 m²

Área de bloque: 11 m²

Área Total de Bloques: 48 m²

Área Total del Ensayo: 56 m²

3.7. Análisis de la varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamiento	5
Repetición	2
Error experimental	10
Total	17

3.8. Análisis funcional

Las variables fueron sometidas al análisis de varianza, para determinar diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos, se usó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.9. Manejo del ensayo

Se hicieron todas las prácticas necesarias para el normal desarrollo del trabajo, las mismas fueron:

3.9.1 Materiales a utilizar

Se procedió a recolectar el material de residuos agrícola provenientes de cultivos agrícola en la zona de Babahoyo.

La preparación del sitio donde se ubicó las camas de descomposición, se hizo limpiando con machete el mismo, para posteriormente proceder a delinear con flexómetro, piola y estacas cada uno de los tratamientos.

3.9.2 Dimensiones de las camas

Una vez preparado el sitio se ejecutó la delineación de las camas con los siguientes parámetros: 1m de ancho por 0,8 cm de largo, tuvo una altura de 0,3 m la distancia entre tratamiento fue 0,5 m y entre calle será de 1,0 m.

3.9.3 Desechos orgánicos, estiércol de bobino y microorganismos efectivos (EM)

Los materiales que se utilizaron para el primer tratamiento fueron:

- Tierra del lugar (tierra de sembrado) 5 cm en capa.
- Desecho de cultivo (hojas de maíz) 15 cm en capa.
- Ceniza 30 g.
- Desecho agrícola (restos de arroz) 15 cm en capa.
- Desecho agrícola (hojas de cacao) 15 cm en capa.
- Desecho agrícola (restos de soya) 15 cm en capa.

Para el segundo tratamiento se empleó el mismo sistema que el anterior, solo que se agregó EM. El tercer tratamiento fue igual a los anteriores, solo se le agregó estiércol bovino y no se utilizó EM. El cuarto es igual al tercero solo se le agrega (EM). El quinto tratamiento solo se realizó con estiércol de bovino 0,70 m de altura y el sexto tratamiento se hizo con estiércol de bovino 0,7 m de altura más EM.

3.9.4 Material a utilizar para la descomposición de los desechos orgánicos

- Plástico de color negro
- Cañas
- Machetes
- Pala y rastrillo

3.9.5 Captura y preparación de los microorganismos efectivos (EM)

Para acelerar la descomposición, se utilizó los siguientes materiales

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

Procedimiento:

- Cocinar las onzas de arroz con bastante agua (quede sopado)
- Ponga el arroz cocinado y frio dentro del tarro de plástico
- Tape la boca del tarro con el pedazo de nylon y asegúrelo bien
- Encierre el tarro junto a un talud húmedo, poniendo sobre el nylon materia orgánica semi descompuesta.

Después de dos semanas se desenterró el tarro y sacó el arroz que estuvo impregnado de bacterias descomponedora de materia orgánica. Luego se licuó el arroz y mezcló en una solución a base de 1 litro de melaza y tres litros de agua pura, cocinada y fresca (esta fue la solución madre). Para aplicar EM en el compostaje se utilizó 200 centímetros cúbicos de la solución madre más 200

centímetros cubico de melaza en 20 litros de agua pura por cada m² de compost².

3.9.6 Volteo de los desechos orgánicos

Se realizó cada quince días, con el uso de una pala, se trató de homogenizar de mejor forma la mezcla.

3.9.7 Riego.

Se desarrolló cada dos días, para mantener la humedad, para lo cual se utilizó agua de la llave.

3.9.8 Control de descomposición.

Se comprobó control de descomposición, por observación simple y aplicando tacto, tomando en consideración los siguientes parámetros:

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

3.9.9 Muestreo

Una vez finalizado el proceso de compostaje se tomó muestras de cada uno de los tratamientos, homogenizando las muestras correspondientes, para depositarlas en fundas y enviarlos al laboratorio para su análisis respectivo. En el pesaje y recolección, se procedió a tomar las muestras tamizarlas, empacarlas, secarlas y pesarlas. Esto se realizó para obtener el peso final de las muestras.

3.10. Datos Evaluados

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

² Rendón, V. 2010. Manual de horticultura urbana. Gobierno Provincial de Los Ríos. Imprenta Malena, Babahoyo-Ecuador. pp. 66-67.

3.10.1 Temperatura

Se midió con un termómetro para suelo, desde el primero hasta el octavo día después de la preparación de la cama de compostaje, a partir de allí cada semana hasta la estabilización de la temperatura en el sustrato.

3.10.2. Porcentaje de humedad

Para valorar esta variable se cogió una muestra homogénea de sustrato, la cual se llevó al laboratorio para su análisis, mediante método gravimétrico.

3.10.3. Determinación de la materia orgánica

El porcentaje de materia orgánica, se evaluó tomando una muestra por cada unidad experimental y se llevó al laboratorio para el análisis respectivo.

3.10.5. Determinación de Nitrógeno, Fósforo, Azufre y Potasio

Para la determinación de Nitrógeno, de las proteínas y el azufre se realizó el método de Kjeldal. El Fósforo se tuvo con el método de Olsen modificado y para el Potasio se usó el fotómetro Breckman tipo 1400.

3.10.6. Determinación de Carbono orgánico y relación carbono y nitrógeno

Por cada tratamiento se cogió muestras homogenizadas del material compostado. Las muestras fueron llevadas al Laboratorio, con esto se determinó el porcentaje de carbono y la C/N.

3.10.7. Tiempo de descomposición

Estuvo en función del tiempo que tardó en descomponer los desechos orgánicos bajo con los efectos de las aplicaciones, contabilizando en días.

3.10.8. Porcentaje de conversión

Estuvo determinado por el rendimiento en kg del compost totalmente mineralizado, dividido para el peso de los desechos no descompuestos, en cada unidad experimental, según la siguiente fórmula:

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

3.10.9. 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.

3.10.10. Análisis económico de los tratamientos

Se realizó con los costos de producción del producto final en cada uno de los tratamientos.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio se presentan a continuación:

4.1. Temperatura.

El Cuadro 1, detalla los promedios de temperatura hallada en los diferentes tratamientos. Los valores alcanzaron alta significancia estadística 1, 2 y 3 días después de la implementación de los sistemas, no existiendo significancia los días 4, 5, 6, 7, 8, 16 y 24 días después de la implementación de las camas.

El registro un día después la mezcla de materiales presentó mayor temperatura aplicando residuos vegetales más 1,0 L de EM sin estiércol (38,3 °C) el cual fue estadísticamente superior a los demás tratamientos; presentándose el menor dato colocando residuos vegetales sin estiércol y sin EM (33,83 °C). El coeficiente de variación fue 1,18 %.

Los promedios colectados 2 días después del comienzo del trabajo presentaron la mayor temperatura aplicando residuos vegetales sin EM y estiércol (48,57 °C) el cual fue estadísticamente igual a residuos vegetales con 1,0 L de EM sin estiércol (48,53 °C); siendo superiores a la aplicación de residuos vegetales sin EM y 0,2 cm de estiércol (45,07 °C) que tuvo el menor registro, con un coeficiente de variación de 2,28 %.

Tres días después, los datos dieron la mayor temperatura colocando residuos vegetales sin EM y estiércol (50,77 °C), residuos vegetales 1, 0 L EM sin estiércol (50,87 °C), y residuos vegetales sin EM y estiércol 0,7cm (50,17 °C), pero superiores al menor valor obtenido aplicación de residuos vegetales sin EM y 0,2 cm de estiércol (47,97 °C). El coeficiente de variación fue 1,47 %.

Con la evaluación en los 4 días dio la mayor temperatura aplicando residuos vegetales 1, 0 L EM sin estiércol con 40,27 °C y colocando residuos vegetales

1, 0 L EM + 0,2 cm de capa de estiércol con 38.33 °C., con un coeficiente de variación de 1,28 %.

Cinco días después del inicio del trabajo de descomposición, se halló mayor temperatura con residuos vegetales sin EM y sin estiércol (37,57 °C) y menor valor de temperatura poniendo residuos vegetales 1, 0 L EM + 0,2 cm de estiércol (36,97 °C), y un coeficiente de variación de 4,57 %.

La mayor temperatura en los 6 días se obtuvo aplicando residuos vegetales sin EM, sin estiércol con 37,33 °C y un menor dato se reportó en residuos vegetales 1, 0 L EM + 0,2 cm de estiércol con 37,2 °C, teniendo un coeficiente de variación de 3,21 %.

El registro de temperatura a 7 días tuvo mayor valor con la aplicación de residuos vegetales sin EM y sin estiércol, con 36,50 °C. En esta evaluación el registro menor se dio en residuos vegetales sin EM y 0,2 cm de estiércol con 35,70 °C. El coeficiente de variación fue 5,13 %.

La evaluación 8 días después del inicio del trabajo, produjo mayor temperatura con residuos vegetales sin EM y sin estiércol (35,53 °C), con un menor registro aplicando residuos vegetales 1, 0 L EM + 0,2 cm de estiércol (34,4 °C), obteniendo un coeficiente de variación de 6,01 %.

Los valores cogidos a los 16 días alcanzaron mayor temperatura cuando se utilizó residuos vegetales sin EM y sin estiércol (32,50 °C), viéndose un menor registro con residuos vegetales sin EM y 0,2 cm de estiércol (31,13 °C), con un coeficiente de variación de 2,46 %.

Los datos colectados a 24 días después del inicio de la investigación, tuvieron mayor temperatura con residuos vegetales sin EM y sin estiércol (28,27 °C), dándose menor temperatura en residuos vegetales sin EM y 0,2 cm de estiércol (27,13 °C). El coeficiente de variación fue 1,38 %.

Cuadro 1. Promedios de temperatura con la evaluación de microorganismos efectivos (EM) en la descomposición y mineralización de la materia orgánica proveniente de desechos agrícola. Babahoyo, 2015.

Tratamiento	Dosis ^{1/} EM + Estiércol	1 Dmc	2 dmc	3 Dmc	4 Dmc	5 dmc	6 dmc	7 dmc	8 dmc	16 dmc	24 dmc
Residuos vegetales	0 + 0	33,83 c	48,57 a	50,77 a	39,03	37,57	37,33	36,50	35,53	32,50	28,27
Residuos vegetales	1 + 0	38,30 a	48,53 a	50,87 a	40,27	37,40	36,50	35,93	34,80	31,60	28,30
Residuos vegetales	0 + 0,2	35,73 b	45,07 c	47,97 c	39,00	37,43	36,73	35,70	35,00	31,13	27,13
Residuos vegetales	1 + 0,2	36,63 b	48,00 a	49,63 b	38,33	36,97	36,40	36,17	34,40	31,37	27,80
Estiércoles	0 + 0,7	36,50 b	47,67 b	50,17 a	39,07	37,20	37,00	36,43	35,50	31,73	28,10
Estiércoles	1 + 0,7	36,20 b	47,57 b	49,88 b	39,14	37,31	36,79	36,15	35,05	31,67	27,92
Promedios		36,67 b	47,37 b	49,70 b	39,16	37,26	36,68	36,08	34,95	31,50	27,85
Significancia Estadística		**	**	**	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coefficiente de variación (%)		1,18	2,28	1,47	1,28	4,57	3,21	5,13	6,01	2,46	1,38

1/ EM: L/200 L agua; Estiércol: metros de profundidad.

dmc: días después del montaje del compost.

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

Ns: no significativa

** : Alta significancia

4.2. Porcentaje de Humedad.

Los valores del porcentaje de humedad se observan en el Cuadro 2, los mismos que tuvieron alta significancia estadística, con coeficiente de variación de 1,16 %.

Los valores más altos se encontraron en el tratamiento residuos vegetales sin EM y 0,2 cm de estiércol (48,36 %) y residuos vegetales 1,0 L + 0,2cm de estiércol (49,33 %), los cuales fueron estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos. La menor humedad se presentó aplicando residuos vegetales 1,0 L de EM y sin estiércol (43,88 %).

Cuadro 2. Porcentaje de humedad con la evaluación de microorganismos efectivos (EM) en la descomposición y mineralización de la materia orgánica proveniente de desechos agrícola. Babahoyo, 2015.

Tratamientos	Dosis EM + Estiércol	Humedad (%)
Residuos vegetales	0 + 0	43,96 c
Residuos vegetales	1 + 0	43,88 c
Residuos vegetales	0 + 0,2	48,36 a
Residuos vegetales	1 + 0,2	49,33 a
Estiércoles	0 + 0,7	47,53 b
Estiércoles	1 + 0,7	47,05 b
Promedio		46,68
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación		1,16

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

** : Alta significancia.

4.3. Determinación de la materia orgánica.

Los resultados del análisis de la materia orgánica, se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Porcentaje de materia orgánica con la evaluación de microorganismos efectivos (EM) en la descomposición y mineralización de la materia orgánica proveniente de desechos agrícola. Babahoyo, 2015.

Tratamientos	Dosis EM + Estiércol	M.O. %
Residuos vegetales	0 + 0	24
Residuos vegetales	1 + 0	26
Residuos vegetales	0 + 0,2	25
Residuos vegetales	1 + 0,2	29
Estiércoles	0 + 0,7	22
Estiércoles	1 + 0,7	20
Promedios		24,33

4.4. Determinación de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Azufre.

Los registros de las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre, se detallan en el Cuadro 4.

Con la aplicación de residuos vegetales más 1,0 L de EM sin estiércol, se dio mayor concentración de nitrógeno con 1,76 ppm, dándose menor cantidad en el estiércol con una lámina de 0,7 cm (0,91 ppm). El empleo de residuos vegetales más 1,0 L de EM sin estiércol, mostró más contenido de fósforo (5674 ppm) y menor registro con Estiércol 0,7 cm de lámina y EM 1,0 L con 3714 ppm.

Mayor cantidad de potasio se encontró con los residuos vegetales más 1,0 L de EM sin estiércol con 624 ppm y menor promedio con el uso Estiércol 0,7 m + 1,0 L EM (434 ppm).

Los promedios de azufre dieron un mayor valor en residuos vegetales más 1,0 L de EM sin estiércol con 8,17 ppm, observándose menos concentración en Estiércol 0,7 cm sin EM (5,78 ppm).

Cuadro 4. Concentración de Nitrógeno, Fosforo y Potasio con la evaluación de microorganismos efectivos (EM) en la descomposición y mineralización de la materia orgánica proveniente de desechos agrícola. Babahoyo, 2015.

Materiales	Dosis EM + Estiércol	Concentración (ppm)			
		N	P	K	S
Residuos vegetales	0 + 0	1,21	4425	471	7,24
Residuos vegetales	1 + 0	1,76	5674	624	8,17
Residuos vegetales	0 + 0,2	1,19	4234	491	6,11
Residuos vegetales	1 + 0,2	1,09	4325	547	5,97
Estiércoles	0 + 0,7	0,91	3998	445	5,78
Estiércoles	1 + 0,7	0,97	3714	434	6,15
Promedio		1,19	4395	502	6,57

4.5. Determinación de Carbono.

En el Cuadro 5 se detallan los valores relacionados al porcentaje de carbono encontrado en las muestras recolectadas. Los valores determinaron mayor cantidad de carbono (17,56 %) y una relación C/N menor (13,77) aplicando residuos vegetales más 1,0 L de EM sin estiércol; y una menor

concentración de carbono y más C/N con Estiércol 0,7 m sin EM (14,67 % y 16,76, respectivamente).

Cuadro 5. Porcentaje de Carbono y relación C/N, con la evaluación de microorganismos efectivos (EM) en la descomposición y mineralización de la materia orgánica proveniente de desechos agrícola. Babahoyo, 2015.

Tratamientos	Dosis	Carbono	Relación
	EM + Estiércol	%	Carbono/Nitrógeno
Residuos vegetales	0 + 0	15,66	15,89
Residuos vegetales	1 + 0	17,56	13,77
Residuos vegetales	0 + 0,2	16,11	15,28
Residuos vegetales	1 + 0,2	15,77	16,45
Estiércoles	0 + 0,7	14,67	16,76
Estiércoles	1 + 0,7	17,04	15,79
Promedios		16,14	15,66

4.6. Tiempo de Descomposición.

El Cuadro 6 muestra el tiempo de descomposición del material compostado, hallándose una alta significancia estadística en los tratamientos. El coeficiente de variación fue 3,14 %.

Se determinó que utilizando residuos vegetales más 1,0 L de EM sin estiércol con 45,48 días se dio menor tiempo, siendo este estadísticamente inferior a Estiércoles 0,7 cm de capa sin EM (54,25 días) que fue mayor.

Cuadro 6. Tiempo de descomposición con la evaluación de microorganismos efectivos (EM) en la descomposición y mineralización de la materia orgánica proveniente de desechos agrícola. Babahoyo, 2015.

Tratamientos	Dosis	
	EM + Estiércol	Días
Residuos vegetales	0 + 0	47,70 bc
Residuos vegetales	1 + 0	45,48 c
Residuos vegetales	0 + 0,2	48,83 b
Residuos vegetales	1 + 0,2	48,42 b
Estiércoles	0 + 0,7	54,25 a
Estiércoles	1 + 0,7	48,57 b
Promedios		48,32
Significancia estadística		**
Coefficiente de variación		3,14

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

** : Alta significancia

4.7. Porcentaje de conversión.

Los valores del porcentaje de conversión de compost se aprecian en el Cuadro 7. Se obtuvo alta significancia entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 1,16 %.

La prueba estadística encontró mayor conversión con la aplicación de residuos vegetales 1,0 L de EM sin estiércol (74,56 %), siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos; mientras que menor conversión se encontró cuando no se incluyó EM en Estiércol 0,7 cm de lámina (38,40 %).

Cuadro 7. Rendimiento de composta con la evaluación de microorganismos efectivos (EM) en la descomposición y mineralización de la materia orgánica proveniente de desechos agrícola. Babahoyo, 2015.

Tratamientos	Dosis EM + Estiércol	Porcentaje
Residuos vegetales	0 + 0	61,63 b
Residuos vegetales	1 + 0	74,56 a
Residuos vegetales	0 + 0,2	46,33 c
Residuos vegetales	1 + 0,2	50,46 c
Estiércoles	0 + 0,7	38,40 d
Estiércoles	1 + 0,7	39,97 d
Promedios		51,89
Significancia estadística		**
Coefficiente de variación		1,16

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

** : Alta significancia.

4.8. Rendimiento de Compost.

El Cuadro 8 detalla el rendimiento de compost terminado, obtenido en el trabajo. El análisis estadístico dio alta significancia en los tratamientos, con un coeficiente de variación de 3.01 %.

El tratamiento donde se utilizó residuos vegetales 1,0 L de EM sin estiércol (6,65 kg/lote), fue estadísticamente superior a los demás tratamientos. El menor registro lo tuvo Estiércol 0,7 cm de lámina y 1,0 L EM (4,07 kg/lote).

Cuadro 8. Rendimiento de composta con la evaluación de microorganismos efectivos (EM) en la descomposición y mineralización de la materia orgánica proveniente de desechos agrícola. Babahoyo, 2015.

Tratamientos	Dosis EM + Estiércol	kg/lote
Residuos vegetales	0 + 0	5,32 b
Residuos vegetales	1 + 0	6,65 a
Residuos vegetales	0 + 0,2	4,87 c
Residuos vegetales	1 + 0,2	4,93 c
Estiércoles	0 + 0,7	4,28 c
Estiércoles	1 + 0,7	4,07 c
Promedios		5,02
Significancia estadística		**
Coefficiente de variación		2,27

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

** : Alta significancia.

4.9. Análisis microbiano.

El Cuadro 9, presenta los resultados del análisis microbiológico realizado en los tratamientos evaluados.

Los registros muestran niveles altos de: bacterias, celulolíticos y fijadores de nitrógeno en todos los tratamientos hechos, con promedios de hongos y actinomicetos medios.

4.10. Análisis Económico.

En el Cuadro 10, se muestran los resultados del análisis de costos, que se realizó a los tratamientos evaluados en el ensayo.

La mayor utilidad neta se generó aplicando residuos vegetales con 1,0 L de EM y sin estiércol con \$1498,67; presentándose el menor ingreso cuando se empleó Estiércol 0,7cm de lámina y 1,0 L de EM con \$469,33.

Cuadro 10. Análisis microbiológico de composta con la evaluación de microorganismos efectivos (EM) en la descomposición y mineralización de la materia orgánica proveniente de desechos agrícola. Babahoyo, 2015.

Tratamiento	Bacterias x 10 ⁵	Actinomicetos x 10 ⁶	Hongos x 10 ⁴	Celulolíticos x 10 ⁶	SBF X 10 ⁵	FBN x 10 ²
Residuos vegetales 1	4,88	8,46	4,96	1,09	3,43	3,70
Residuos vegetales 2	4,77	8,29	4,85	1,07	3,35	3,61
Residuos vegetales 3	4,83	8,37	4,91	1,08	3,39	3,66
Residuos vegetales 4	4,36	7,60	4,44	0,97	3,03	3,28
Estiércoles 1	4,77	8,29	4,85	1,07	3,35	3,62
Estiércoles 2	4,31	7,53	4,39	0,96	2,99	3,24

Cuadro 14. Análisis económico de composta con la evaluación de microorganismos efectivos (EM) en la descomposición y mineralización de la materia orgánica proveniente de desechos agrícola. Babahoyo, 2015.

Tratamiento	Rendimiento kg/lote	Ingresos	Egresos	Utilidad Neta	B/C
Residuos vegetales 1	5,32	2126,67	1160,00	966,67	1,83
Residuos vegetales 2	6,65	2658,67	1160,00	1498,67	2,29
Residuos vegetales 3	4,87	1946,67	1160,00	786,67	1,68
Residuos vegetales 4	4,93	1970,67	1160,00	810,67	1,70
Estiércoles 5	4,28	1710,67	1160,00	550,67	1,47
Estiércoles 6	4,07	1629,33	1160,00	469,33	1,40

Costo kg Composta: \$ 2,2

Unidades por lotes: 100

V. DISCUSIÓN

El análisis de los resultados obtenidos demuestran que el uso de residuos vegetales más microorganismos eficientes, aumentan el proceso de descomposición de la materia orgánica para el uso en compostaje.

El uso de residuos vegetales como material para generar materia orgánica, tiene gran participación sobre la cantidad y calidad del compost, haciendo que éste presente mejores características físicas y químicas, en relación a otros materiales orgánicos. Esto se corrobora con lo manifestado por Sosa (2005), quien indica que efectivamente, el empleo eficiente de los residuos animales como abono puede ser una práctica de manejo agronómica y económicamente viable para la producción sustentable en el caso específico de los estiércoles de diferentes ganados, su incorporación al suelo permite llevar a cabo un reciclado de nutrientes. Los mismos son removidos desde el complejo suelo-planta a través de la alimentación de los animales y pueden retornar parcialmente a ese medio en forma de abonadora

Los análisis de varianza demuestran que la mayoría de las variables evaluadas presentan significancias, en especial donde se utilizó residuos vegetales más microorganismos eficientes, el cual mostró un mejor proceso de mineralización. Esto concuerda con Altieri (1997) quien plantea que la materia orgánica es solo un pequeño porcentaje del peso de la mayoría de los suelos (generalmente del 1 al 6 %), porque la cantidad y el tipo de materia orgánica influyen en casi todas las propiedades que contribuyen a la calidad del suelo. La cantidad y calidad de la materia orgánica puede cambiar las propiedades del suelo, cuando la estructura y disponibilidad de los nutrientes mejora y existe más diversidad biológica en suelos con un buen manejo de la materia orgánica. Igual a lo dispuesto por Mauz (2006), quien dice que los microorganismos eficientes (EM) son inoculantes

microbianos que funciona como un controlador biológico, a través de la introducción de microorganismos benéficos al medio ambiente de las plantas.

La calidad del material según el análisis microbiológico y nutricional es adecuado, ya que los porcentajes de conversión son superiores a otros materiales evaluados, como lo menciona Infoagro (2004), quienes argumentan que el compost es el resultado del proceso de descomposición de diferentes clases de materiales orgánicos (restos de cosecha, excrementos de animales y otros residuos), realizado por microorganismos y microorganismos en presencia de aire (oxígeno y otros gases), lo cual permite obtener como producto el compost, que es un abono excelente para ser utilizado en la agricultura. Así mismo Magdoff (1997) menciona que los diversos factores que determinan la calidad del suelo son esencialmente aquellas propiedades que ejercen mayor influencia en el crecimiento de los cultivos. Dentro de estas propiedades las más importantes son: las físicas, las químicas y las microbiológicas.

Este trabajo en campo mostró que la aplicación de los residuos vegetales, evidenció aumentos en la actividad de los microorganismos, los cuales aceleraron la descomposición de los residuos. Al respecto dice Sachs (2005), que en un año cualquiera, bajo condiciones normales, 60 a 70 por ciento del carbono contenido en los residuos orgánicos agregados al suelo se pierde como dióxido de carbono. Cinco a diez por ciento se asimilan en los organismos que descomponen los residuos orgánicos y el resto se convierte en humus "nuevo."

El mayor porcentaje de descomposición del material orgánico se dio con el empleo de residuos vegetales sin estiércol más 1,0 L de EM con 6,65 kg/lote.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

1. La utilización de material vegetal aumenta la cantidad de compost y calidad microbiana del mismo.
2. El empleo de residuos vegetales sin estiércol y aplicando 1,0 L de EM, incrementa la cantidad de material degradado con un 65 % en relación al uso solo de estiércol.
3. Aplicando microorganismos eficientes (EM), se incentiva la descomposición del material utilizado.
4. La evaluación de la temperatura no reportó fluctuaciones durante la etapa de estabilización a partir del cuarto día de investigación, siendo esta inestable dentro de las primeras 72 horas.
5. Todos los tratamientos con estiércol solo presentaron niveles bajos de conversión, según el cálculo.
6. El rendimiento económico fue mayor cuando se utilizó residuos vegetales agrícolas sin estiércol en dosis de 1,0 L, lo que dio una utilidad neta de 1498,67 dólares.

Se recomienda:

1. Utilizar residuos vegetales más 1,0 L de EM sin estiércol, en la mezcla, para generar mayor rendimiento de compost.
2. Aplicar microorganismos eficientes para mejorar la calidad microbiana del compost maduro.
3. Efectuar investigaciones con otros tipos de materiales orgánicos, fuentes de prebióticos y en diferentes condiciones agronómicas.

VII. RESUMEN

Los desechos orgánicos tienen muchos beneficios para el suelo, este material es muy rico en nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuesto que mantiene la actividad microbiana, que al incorporarla ejerce distintas reacciones al suelo, como mejorar la estructura, la permeabilidad, aumenta la fuerza de cohesión en suelos arenosos y disminuye esto en suelo arcilloso. Nuestro estudio también se hará con la presencia de EM, que es una mezcla de varios microorganismos benéficos tanto aeróbico como anaeróbico en palabras más sencillas, estos compuestos aceleran la descomposición de los desechos orgánicos por medio de un proceso de fermentación.

Este trabajo se propuso para evaluar el porcentaje de microorganismos efectivos (EM) en la descomposición y mineralización de la materia orgánica de desechos de cultivos agrícola, incluyendo un análisis económico.

La investigación se realizó en los predios de la granja experimental “San Pablo” de la Universidad Técnica de Babahoyo, situada en el km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Se investigó seis tratamientos y tres repeticiones; con parcelas de 0,8 metros cúbicos. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, empleando la prueba de Tukey para la evaluación de medias.

Los resultados demuestran que con el uso de material vegetal sin estiércol y con aplicación de 1,0 L de EM, aumenta la descomposición de los residuos y activan a los microorganismos habitantes del sustrato, obteniendo un compost de mejora calidad. Se observó aumentos de temperatura con el empleo de estiércol solo, esto disminuye la degradación del material y la calidad bioquímica del mismo.

VIII. SUMMARY

The organic waste have many benefits for the floor this material it is very rich in nutritious and it works like base for the formation of multiple compound that maintains the microbial activity that will exercise different reactions to the floor when incorporating it, as improving the structure, the permeability, the force of cohesion increases in sandy floors and it diminishes this in loamy floor. Our study will also be made with the presence of EM that is a mixture of several beneficent microorganisms as much aeróbic as anaeróbic in simpler words, these compounds they accelerate the decomposition of the organic waste by means of a process of fermentation.

This work intended to evaluate the percentage of effective microorganisms (EM) in the decomposition and mineralitaci3n of the agricultural organic matter of waste of cultivations, including an economic analysis.

The investigation was carried out 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. It investigation six treatments and three repetitions; with parcels of 0,8 cubic meters. The treatments were distributed at random in a design of complete blocks, employ the test of Tukey for the evaluation of stockings.

The results demonstrate that with the use of vegetable material without manure and with application of 1,0 L of EM, the decomposition of the residuals increases and they activate to the microorganisms inhabitants of the sustrat, obtaining a compost of improvement quality. It was observed increases of temperature with the employment of alone manure, this diminishes the degradation of the material and the biochemical quality of the same one.

IX. LITERATURA CITADA

Altieri, W. 2004. Nutrición mineral de las plantas. Fitosan S.A. Guayaquil – Ecuador. P5. Disponible en: dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/1/tesis20%LIC.%20JATIVA.pdf.

Asociación de Productores Orgánicos de Alfaro Ruiz (APODAR). 2005. Microorganismos de montaña. Comunicación personal Corporación Proexant. 2001. Elaboración, uso y manejo de los abonos orgánicos (en línea). Ecuador. Disponible en: http://www.proexant.org.ec/Abonos_Org%C3%A1nicos.htm.

Ayanaba, A. y B. N. Okigbo. 1976. Cubierta de protección para mejorar la fertilidad del suelo y la producción agrícola. In. Materias orgánicas fertilizantes. Boletín sobre suelos. No. 27:32 de la FAO.

Caballero, R.; J.E. Gandarilla; D. Pérez y M. Ruiz. 1997. Uso del residual de biogás como abono en una secuencia de cultivos hortícolas. I. Suelos. Est. Exp. De Suelos y Fert. Escambray. Resúmenes. IV Seminario Científico:8.

Cardona, C., Sánchez, O., Ramírez, J., Alzate, L. 2004. Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado. Revista Colombiana de Biotecnología, ISSN 1909-8758, Vol. 6, Nº. 2, 2004, pp. 78-89.

García, A. 1997. Diez temas sobre la agricultura biológica. Consultado 23 de feb.2007. Disponible en. <http://www.infoagro.com>.

Gonzales, A. 2001. Compostaje – Microbiología. Consultado 27 en. 2015. Disponible. <http://www.ecocomunidad.org.uy/ecosur/txt/compost.htm>.

Gudynas, J .1999. Compost Orgánico. Consultado 23 en.2006. Disponible <http://www.agropecuaria.org/observatorio/GudynasOrganico.A.latina.pdf>.

Higa, T. 2002. Una Revolución para Salvar la Tierra–. Traducción Ma. Del Mar Riera. EM 3. Research Organization. Okinawa. Japón. 352 p.

INFOAGRO. © Copyright InfoagroSystems, S.L., EL COMPOSTAJE (1ª parte), (en línea) Disponible en: [accesado 18 oct 2015] <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

INFOAGRO. © Copyright InfoagroSystems, S.L. 2004. Las Propiedades del compost. Disponible <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

Jackson, ML. 2003. La Materia orgánica y humus (Traducido por J. Beltrán). Ediciones Omega, SA Barcelona, España. 662 p

Jeavons, J. 2002. Cultivo biointensivo de alimentos. Ecology actions of the Midpeninsula. Estados Unidos 261 p.

Jackson, ML. Soto, G. 2003. El origen de los abonos orgánicos (2002-2003) Barcelona, España. 175 p.

Navarro, P., Moral, H., Gómez L., Mataix B. 1995. Residuos orgánicos y agricultura. Depósito Legal: A-246-1995 Edición electrónica. 2:34-45. I.S.B.N.: 84-7908-194-5

Mauz. 2006. Disponible en. dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1279/1/17T0942.pdf.

Paniagua, j. 2008. Manejo ecológico del suelo. Reproducción de microorganismos de montaña – MM. Serie Agroecología A2 – 02 disponible en: <https://cooperativa.ecoxarxes.cat/file/download/228133>

Rendón, V. 2010. Manual de horticultura urbana. Gobierno Provincial de Los Ríos. Imprenta Malena, Babahoyo-Ecuador. pp 12-67.

Rodríguez, P. 2005. Edafología y Agrobiología. Diplomado en soporte digital.UO, Santiago de Cuba. Serie 4. 23-24 p.

Rodríguez, P. 2006. Evaluación del impacto ambiental en la producción agrícola. Diplomado en soporte digital. UO, Santiago de Cuba. Serie 6. 45-48 p.

Romero, L., Trinidad S., García E., Ferrara C. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia 34: 261-269.

Restrepo, J. 1998. El suelo, la vida y los abonos orgánicos. Colección agricultura orgánica para principiantes. SIMAS. Managua, Nicaragua. 86 p.

Rule, J., Turley, D., Vaidyanathan, L. 1991. Straw in corporation into soils compared with burning during successive seasons-Impact of crop husbandry and soil nitrogen supply. En «Advances in soil organic matter research: the impact on agriculture and the environment», 339-354. Ed. The Royal Society of Chemistry, Cambridge (Reino Unido).

Sosa, L. 2005. Revista. Agromensaje. Edición N° 16 Publicación cuatrimestral de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNR. Disponible en:<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/16/7AM16.htm>

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

Sztern, D. Pravia, P.2006. Manual de Compost los residuos orgánicos Origen vegetal y animal.

ANEXOS

Anexo 1. Gastos de elaboración del compost

Presupuesto	Costo
Elaboración de cajas	320
Mano de obra	120
Transporte de material	70
Recolección de materiales para compost	110
Manejo de material para descomposición	60
Análisis de muestras en laboratorios	480
Costo totales	1160



Figura 1. Colecta de material para compostar.



Figura 2. Distribución de tratamientos en campo.



Figura 3. Campo experimental.



Figura 4. Mezcla de EM para aplicación.



Figura 5. Volteo de materiales en campo.



Figuras 6. Recolección de muestras para laboratorio.



Figura 7. Tapado de materiales para asegurar descomposición.



Figura 8. Toma de datos.

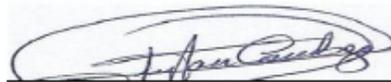
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUA
REPORTE DE RELACIÓN C/N

Nombre:	Srta. MARIA DAMIANI	Factura #:	14.726
Remitente:	Srta. ELITA MOROCHO	F/Muestreo:	28/01/2016
Hacienda:	Srta. ELITA MOROCHO	F/Ingreso:	29/01/2016
Localización:	SAN PABLO	F/Salida:	22/02/2016

# Laboratorio	Identificación de muestras	pH	%
			Relación C/N
13345	Tratamiento 1	6,3	16,76
13346	Tratamiento 2	6,4	16,45
13347	Tratamiento 3	6,5	15,28
13348	Tratamiento 4	6,5	13,77
13349	Tratamiento 5	6,4	15,89
13350	Tratamiento 6	6,5	15,79

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

Atentamente,



Dra. Gloria Carrera
 Responsable del Laboratorio Suelos

Fig 9. Análisis de pH y reacion C/N.



Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
Estación Experimental "Santa Catalina"
Km 28 Vía Quito-Machachi

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

Nombre: Srta. ELITA MOROCHO Factura #: 14726
Remitente: Srta. ELITA MOROCHO 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
29564	Tratamiento 1	24	15,66
29565	Tratamiento 2	26	17,04
29566	Tratamiento 3	25	16,11
29567	Tratamiento 4	29	15,77
29568	Tratamiento 5	22	14,67
29569	Tratamiento 6	20	17,56

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

Atentamente,

Dra. Gloria Carrera
Responsable del Laboratorio Suelos

Fig 10 . Análisis de materia orgánica y carbono orgánico.

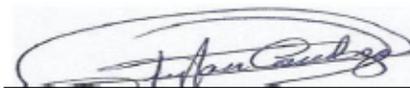
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUA
REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

Nombre:	Srta. ELITA MOROCHO	Factura #:	14726
Remitente:	Srta. ELITA MOROCHO	F/Muestreo:	28/01/2016
Hacienda:	SAN PABLO	F/Ingreso:	29/01/2016
Localización:	BABAHOYO	F/Salida:	22/02/2016

# Laboratorio	Identificación de muestras	ppm			
		N	P	K	S
21456	Tratamiento 1	1,21	4425	471	7,24
21457	Tratamiento 2	1,76	5674	624	8,17
21458	Tratamiento 3	1,19	4234	491	6,11
21459	Tratamiento 4	1,09	4325	547	5,97
21460	Tratamiento 5	0,91	3998	445	5,78
21461	Tratamiento 6	0,97	3714	434	6,15

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

Atentamente,



Dra. Gloria Carrera
 Responsable del Laboratorio Suelos

Fig 11. Análisis químico de nutrientes.