



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS
MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA ACELERAR LA
TRANSFORMACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS
ORIGINADOS EN EL MERCADO SAN ALFONSO-RIOBAMBA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: KAREN LISBETH LARA YUCTA

TUTOR: ING. LUIS MIGUEL SANTILLÁN QUIROGA, MSC.

Riobamba - Ecuador

2018

©2018, Karen Lisbeth Lara Yucta

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA ACELERAR LA TRANSFORMACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS ORIGINADOS EN EL MERCADO SAN ALFONSO-RIOBAMBA”**, de responsabilidad de la señorita Karen Lisbeth Lara Yucta, ha sido minuciosamente revisado por el Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FECHA

FIRMA

Ing. Luis Miguel Santillán Quiroga

DIRECTOR DEL TRABAJO

DE TITULACIÓN

Dra. Yolanda Díaz

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Fausto Yaulema

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Karen Lisbeth Lara Yucta, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 01 de marzo 2018

Karen Lisbeth Lara Yucta

060422246-3

Yo, KAREN LISBETH LARA YUCTA, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación; y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación, pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Karen Lisbeth Lara Yucta

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación, a Dios quien me ha dado las fuerzas necesarias para poder salir adelante a pesar de las duras pruebas que la vida me ha puesto.

A mi ANGELITO del cielo Emiliano, la fuerza celestial que día a día me acompañó.

A mis PADRES, Myriam y Gonzalo, que, con esfuerzo, amor y sus consejos sabios me han ayudado a levantarme ante todo problema.

A mis HERMANOS, Vale y Javi quienes han sido mis compañeros de vida, y con su ejemplo han sido pilar fundamental para mi superación.

A toda mi familia a quienes amo y los llevo siempre en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

Agradecida con Dios por la vida por darme unos padres extraordinarios y darme las fuerzas necesarias para poder culminar mi carrera.

A mi HIJO, Emilianito, mi angelito que desde el cielo supo tomar mi mano y caminar conmigo, la razón por la cual día a día me levante para luchar y cumplir la promesa que te hice mi bebe, y sé que desde arriba estarás feliz, porque aún tenemos mucho más camino por recorrer, hasta que llegue el día donde podamos de nuevo reencontrarnos.

A mis PADRES Gonzalo y Myriam quienes fueron parte fundamental en el desarrollo de este trabajo de titulación, quienes con su paciencia y amor supieron guiarme, y siempre me brindaron su apoyo durante todo mi camino estudiantil, gracias porque son mi ejemplo y mi motivo de victoria.

A mis HERMANOS Vale y Javi quienes fueron mi empuje durante este tiempo, que con su tiempo y con sus palabras motivadoras me dieron la energía para llegar a la meta.

A mis asesores Ing. Miguel Santillán y sobre todo de manera especial a la Doctora. Yolanda Díaz, por sus acertados aportes de conocimiento, por sus consejos y palabras de aliento, los cuales me ayudaron para no decaer durante el desarrollo del proyecto.

A mis amigos quienes, de una u otra manera, con un mensaje o una llamada estuvieron pendientes de mí, dándome palabras motivadoras.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes de la Investigación	4
1.2. Residuos Sólidos	5
<i>1.2.1. Definición de Residuos</i>	5
<i>1.2.2. Clasificación de los Residuos Sólidos</i>	5
1.3. Compostaje	7
1.4. Fases del Compostaje	7
<i>1.4.1. Etapa Mesófila inicial</i>	7
<i>1.4.2. Etapa Termófila o de Higienización</i>	8
<i>1.4.3. Fase de Enfriamiento o Mesófila II.</i>	8
<i>1.4.4. Fase de Maduración</i>	8
1.5. Sistemas de Compostaje	9
<i>1.5.1. Sistemas Abiertos</i>	10
<i>1.5.1.1. Pilas Dinámicas Ventiladas</i>	10
<i>1.5.1.2. Pilas Estáticas Ventiladas</i>	10
<i>1.5.2. Sistemas Cerrados</i>	10
<i>1.5.3. Sistemas Semicerrados</i>	11
1.6. Factores que afectan al proceso de Compostaje	11
<i>1.6.1. Temperatura</i>	11

1.6.2.	<i>Humedad</i>	12
1.6.3.	<i>pH</i>	12
1.6.4.	<i>Oxígeno</i>	13
1.6.5.	<i>Relación carbono nitrógeno (C/N)</i>	13
1.7.	Microorganismos Eficientes (EM)	13
1.7.1.	<i>Grupos de Microorganismos Eficientes (EM)</i>	14
1.7.1.1.	<i>Bacterias Fototróficas (Rhodopseudomonas spp.)</i>	14
1.7.1.2.	<i>Bacterias Acido Lácticas (Lactobacillus spp.)</i>	15
1.7.1.3.	<i>Levaduras (Saccharomyces spp.)</i>	16
1.7.1.4.	<i>Actinomicetos o actinobacterias</i>	17
1.8.	Beneficios de los Microorganismos Eficientes o Efectivos (EM)	18
1.9.	Legislación	20
1.9.1.	<i>Constitución Política de la República del Ecuador (2008)</i>	20
1.9.2.	<i>Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental</i>	22

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	24
2.1.	Descripción del Mercado San Alfonso de Riobamba	24
2.1.2.	<i>Ubicación del Mercado San Alfonso de Riobamba</i>	24
2.2.	Localización del Proyecto	26
2.3.	Metodología de la Investigación	27
2.4.	Tipo de Investigación	27
2.4.1.	<i>Por el Enfoque</i>	27
2.4.2.	<i>Por la temporalidad</i>	28
2.5.	Diseño de la Investigación	28
2.6.	Muestreo	28
2.7.	Esquema del Ensayo	28

2.8.	Materiales y Herramientas	29
2.8.1.	<i>Materiales de Laboratorio</i>	29
2.8.2.	<i>Herramientas</i>	29
2.8.3.	<i>Materiales de Seguridad</i>	29
2.9.	Etapas de la Investigación	30
2.9.1.	<i>Etapa 1: Preparación del sitio para ubicar las composteras</i>	30
2.9.2.	<i>Etapa 2: Construcción de la pila</i>	30
2.9.3.	<i>Etapa 3: Recolección de los Residuos Sólidos Orgánicos</i>	31
2.9.3.1.	<i>Recolección de los Residuos Orgánicos del Mercado San Alfonso</i>	31
2.9.3.2.	<i>Preparación de los Residuos Sólidos Orgánicos</i>	31
2.9.4.	<i>Etapa 4: Preparación de las Composteras</i>	32
2.9.5.	<i>Etapa 5: Adición de Microorganismos Eficientes</i>	33
2.10.	Variables Controladas	35
2.10.1.	<i>Temperatura</i>	36
2.10.2.	<i>Humedad</i>	38
2.10.3.	<i>Aireación (Volteos)</i>	40
2.10.4.	<i>pH</i>	40

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	43
3.1.	Condiciones iniciales de los desechos sólidos orgánicos	43
3.2.	Mediciones de parámetros in situ	44
3.2.1.	<i>Medición Temperatura</i>	44
3.2.2.	<i>Medición Humedad</i>	47
3.2.3.	<i>Medición de pH</i>	49
3.2.4.	<i>Relación C/N – Etapa final</i>	50
3.2.5.	<i>Condiciones finales del compost obtenido</i>	52

3.2.5. Análisis Estadístico	53
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación de los residuos sólidos.....	5
Tabla 2-1:	Clasificación general de sistemas de compostaje.	9
Tabla 3-1:	Aplicación y usos de los Microorganismos Eficientes (ME).....	18
Tabla 1-2:	Ficha Técnica del Mercado “San Alfonso”	24
Tabla 2-2:	Ficha técnica del predio	26
Tabla 3-2:	Microorganismos Activos	34
Tabla 4-2:	Rangos óptimos de Temperatura.....	36
Tabla 5-2:	Métodos de control de Humedad	38
Tabla 6-2:	Rangos óptimos de Humedad.....	39
Tabla 7-2:	Rangos óptimos de pH.....	41
Tabla 1-3:	Condiciones iniciales del proceso de compostaje.....	43
Tabla 2-3:	Temperatura promedio semanal de los tratamientos	44
Tabla 3-3:	Humedad promedio semanal de los tratamientos	47
Tabla 4-3:	Relación C/N – Etapa final	50
Tabla 5-3:	Características finales del compost	52
Tabla 6-3:	Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra.....	53
Tabla 7-3:	Prueba ANOVA de un factor	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Fases del Compostaje	9
Figura 2-1:	Tiempo de compostaje.....	11
Figura 3-1:	Bacterias fotosintéticas.....	14
Figura 4-1:	Bacterias ácido-lácticas (<i>Lactobacillus spp.</i>).....	16
Figura 5-1:	Levaduras (<i>Saccharomyces spp.</i>).....	16
Figura 6-1:	Coexistencia de bacterias Fototróficas.	17
Figura 7-1:	Actinomicetos	18
Figura 1-2:	Vista Satelital del Mercado “San Alfonso”	25
Figura 2-2:	Zona de recolección de residuos – Mercado “San Alfonso”	25
Figura 3-2:	Ubicación del terreno	26
Figura 4-2:	Vista Satelital del terreno	27
Figura 5-2:	Ordenamiento de Bloques	28
Figura 6-2:	Diseño de la compostera o pila.....	30
Figura 7-2:	Pasos para la Recolección de los desechos sólidos orgánico	31
Figura 8-2:	Distribución del material orgánico en las composteras.....	33
Figura 9-2:	Microorganismos Eficientes	33
Figura 10-2:	Bloques con dosis diferentes de microorganismos eficientes	35
Figura 11-2:	Técnica para la toma de pH.....	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Variación de la temperatura del tratamiento testigo.	44
Gráfico 2-3:	Variación de la temperatura tratamiento 1.	45
Gráfico 3-3:	Variación de la temperatura tratamiento 2.	45
Gráfico 4-3:	Variación de la temperatura tratamiento 3.	46
Gráfico 5-3:	Variación de humedad en los tratamientos.	48
Gráfico 6-3:	Valores promedio de pH.	49
Gráfico 7-3:	Valores promedio de la relación C/N.	51

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Análisis de laboratorios inicial
- Anexo B:** Proceso de recolección y transporte de los residuos
- Anexo C:** Homogenización y pesaje de los residuos orgánicos
- Anexo D:** Adecuación de la zona de estudio
- Anexo E:** Caracterización de los residuos sólidos recolectados
- Anexo F:** Dosificación y aplicación de los microorganismos eficientes
- Anexo G:** Control de variables
- Anexo H:** Análisis de laboratorio finales
- Anexo I:** Temperaturas Promedio de los Tratamientos
- Anexo J:** Humedades Promedio de los Tratamientos
- Anexo K:** pH Promedio de los Tratamientos

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

°T	Temperatura
°C	Grados centígrados
%	Porcentaje
ME	Microorganismos eficientes
EM	Microorganismos eficientes
mL	Mililitros
C/N	Relación Carbono/Nitrógeno
pH	Potencial de hidrógeno
UFC	Unidades formadoras de colonias
Kg	Kilogramos
T₁	Tratamiento uno testigo
T₂	Replica 1 Tratamiento testigo
T₃	Réplica 2 Tratamiento testigo
X₁	Tratamiento dos con 60 ml de microorganismos eficientes
X₂	Replica uno 60 ml de microorganismos eficientes
X₃	Replica dos con 60 ml de microorganismos eficientes
Y₁	Tratamiento tres con 120 ml de microorganismos eficientes
Y₂	Replica uno 120 ml de microorganismos eficientes
Y₃	Replica dos 120 ml de microorganismos eficientes
Z₁	Tratamiento cuatro con 180 ml de microorganismos eficientes
Z₂	Replica uno 180 ml de microorganismos eficientes
Z₃	Replica dos 180 ml de microorganismos eficientes

RESUMEN

El objetivo fue conocer el comportamiento de los microorganismos eficientes (EM) en la aceleración de los procesos de degradación de la materia orgánica en el proceso de compostaje. Los residuos orgánicos fueron producidos por los puestos comerciales de legumbres, frutas y verduras del Mercado Municipal “San Alfonso” de la ciudad de Riobamba dónde se realizó un proceso de recolección diaria durante una semana. Se adecuó un predio particular para la construcción de 12 composteras o pilas de 1 metro cúbico, las mismas que se distribuyeron de la siguiente manera; 3 para el Testigo, 3 para el Tratamiento 1, 3 para el Tratamiento 2 y 3 para el Tratamiento 3. Para conocer el poder catalizador de los EM se establecieron diferentes dosificaciones de microorganismos eficientes para los tratamientos, 60 ml para el Tratamiento 1, 120 ml para el Tratamiento 2 y 180 ml para el Tratamiento 3. Posteriormente se ejecutaron mediciones diarias de los parámetros de temperatura (°C), humedad (%) y potencial de hidrógeno (pH) para mantener las condiciones adecuadas para el óptimo rendimiento de oxidación de la materia orgánica. Una vez que la temperatura alcanzó su fase de estabilización cercana a la temperatura ambiente se finalizó el proceso de compostaje y se procedió a evaluar el producto final, el mismo que presentó valores de C/N de 17,77, debido a la pérdida de carbono por los procesos oxidativos y la emisión de CO₂. Por tanto, se obtuvo que los tratamientos más eficientes para la aceleración del proceso de descomposición de la materia orgánica fueron el Tratamiento 2 (120 ml de EM) y el Tratamiento 3 (180 ml de EM), se determinó que la dosis óptima para reducir el tiempo del proceso de compostaje se encuentra entre las concentraciones de los tratamientos establecidos como eficientes.

Palabras clave: <BIOTECNOLOGÍA>, <MICROBIOLOGÍA>, <MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)>, <TRATAMIENTO CON MICROORGANISMOS EFICIENTES>, <COMPOSTAJE>, <RESIDUOS SÓLIDOS>, <MATERIA ORGÁNICA>, <RIOBAMBA (CANTÓN)>.

ABSTRACT

The objective was to know the behavior of the Efficient Microorganisms (EM) in accelerating the processes of degradation of organic matter in the composting process. The organic waste was produced by pulses, vegetables and fruit commercial stands of Municipal Market "San Alfonso" of Riobamba city where the process of a daily pickup was carried out during a week. A private property was set up for building twelve compost bins or piles of a cubic meter distributed as follows three for control pile, three for Treatment 1, three for Treatment 2, three for Treatment 3. Different dosages of efficient microorganisms were established for the treatments in order to know the catalytic power of the EM; 60 ml for the Treatment 1, 120 ml for the Treatment 2 and, 180 ml for the Treatment 3. Later, temperature measurement was conducted daily (°C), humidity (%), the hydrogenic potential (pH) to keep appropriate conditions for optimal performance in the oxidation of organic matter. The composting process concluded when the temperature reaches its stabilization phase close to ambient temperature, and the final product assessment was carried out with values of C/N of 17,77 due to the carbon loss because of the oxidative processes and the CO₂ emission. Thereby, more effective treatments accelerating the processes of degradation of organic matter were Treatment 2 (120 ml of EM) and Treatment 3 (128 ml of EM), the efficient dosage improves the composting time found among the concentrations of the treatments established as efficacious.

KEYWORDS:

<BIOTECNOLOGY>, <MICROBIOLOGY>, <EFFICIENT MICROORGANISMS (EM)>, <TREATMENT WITH EFFICIENT MICROORGANISMS>, <COMPOST>, <SOLID WASTE>, <ORGANIC MATTER>, <RIOBAMBA (CANTÓN)>.

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Chimborazo se concentra la mayor cantidad de tierras agrarias para la obtención y el consumo interno del suministro alimenticio. Es la provincia con un alto índice de población indígena, en donde que tras generaciones la agricultura ha sido fuente de sustento económico para su desarrollo.

Riobamba, capital de la Provincia de Chimborazo se encuentra ubicada en el centro de la Región Interandina del Ecuador, conocida también como “Sultana de los Andes” situada a 2750 msnm. En la ciudad existen mercados como La Merced, San Alfonso, La Condamine, San Francisco, Mercado Oriental, Mercado Mayorista que se convierten en importantes centros de acopio y distribución de alimentos.

El Mercado San Alfonso, ubicado en las calles argentinos y 5 de junio, históricamente un mercado muy reconocido por ser uno de los que más movimiento humano y comercial tiene. Al momento de la comercialización y transporte de los alimentos hacia la ciudadanía se observa que existe una gran cantidad de desechos orgánicos.

Los desechos orgánicos, son productos de poca duración, al momento de la descomposición, provoca efectos negativos hacia la salud de la población mediante: malos olores, roedores, perros callejeros, moscas; y por causa de lluvias se generan los lixiviados que también contribuye a la contaminación del ambiente.

En los mercados existe una carencia de información sobre la utilidad y beneficios que tiene la transformación de los desechos orgánicos en compost; este proyecto de investigación servirá para que en el futuro exista el desarrollo constante de esta tecnología en la ciudad de Riobamba.

El proceso de descomposición de los desechos orgánicos es aprovechado en la agricultura para la alimentación y fertilidad de la tierra. En determinado tiempo y concentración resulta un abono efectivo para las plantas y para la obtención de productos de calidad. Se plantea la reducción en el tiempo de descomposición de los desechos del Mercado San Alfonso utilizando microorganismos eficientes.

JUSTIFICACIÓN

El tema se planteó como una alternativa de tratamiento para los desechos sólidos orgánicos originados en el Mercado San Alfonso.

La materia orgánica proveniente de restos de vegetales, frutas y remanentes de animales, pueden ser transformados y aprovechados de mejor manera. (BRADY, 1984)

Mediante investigaciones, la técnica de compost o compostaje es un método que ha resultado ser muy positivo en la degradación de la materia orgánica; logrando de esta manera a contrarrestar los problemas que provocan los desechos orgánicos ya que otorga además el aprovechamiento del producto final. (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Gobierno España, 2008, p. 11)

Los Microorganismos Eficientes están compuestos por un determinado grupo de organismos, los cuales son: Levaduras, Hongos; Bacterias Fototróficas, y bacterias productoras de ácido Láctico, los mismos que ayudan a que la descomposición del material orgánico sea de una manera eficiente y efectiva. El sustrato esencial para este procedimiento es la materia orgánica que es obtenida del reciclado diario de los residuos que generan los comerciantes de verduras y frutas pertenecientes al Mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba. Uno de los organismos importantes dentro de este grupo de ME son las bacterias ácido lácticas, que son aquellas que cumplen con la función de suprimir microbios patogénicos directa e indirectamente por la producción de actinomicetes. (EM Producción y Tecnología S, pág. 2)

Por tal razón el proyecto de investigación propuesto tiene como finalidad registrar el comportamiento de los Microorganismos Eficientes como aceleradores en la descomposición de la materia orgánica mediante la técnica de compost, y de esta manera obtener en el menor tiempo posible un compost útil y saludable.

OBJETIVOS

General

Evaluar el comportamiento de los Microorganismos Eficientes para acelerar la transformación de los desechos sólidos orgánicos originados en el Mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba.

Específicos

- Caracterizar de forma física y química de los desechos sólidos orgánicos.
- Determinar la dosis óptima de microorganismos eficientes útiles para descomponer la materia orgánica.
- Comparar el tiempo de degradación de la materia orgánica tratada con microorganismos eficientes, frente a la materia orgánica en ausencia de ellos.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la Investigación

Los desechos sólidos tanto urbanos como orgánicos son los principales actores para que exista contaminación ambiental, ya que por parte de la población se da un mal manejo de los mismos. Estos residuos sin un tratamiento adecuado pueden provocar afectación a la salud pública por la aparición de ratas, moscas y otros vectores transmisores de enfermedades. (Bustos, 2009, pp. 122-123)

Al pasar del tiempo, la biotecnología ha ido desarrollando varios métodos para tratar este tipo de problemas de desechos sólidos. (Yépez, y Otros., 2002).

Una de las técnicas que se han descubierto es, el cultivo mixto que está compuesto por Microorganismos Eficientes (EM) sus siglas en inglés Effective Microorganisms., que fueron obtenidos en ecosistemas naturales, este proceso fue desarrollado por el Dr. Teruo Higa del colegio de Agricultura de la Universidad de Ryu Kyu en Okinawa, Japón, por sus múltiples beneficios esta práctica se propagó desde el año 1989 hasta el día de hoy. (Webmaster, 2009, pp. 1-2)

Otras de las técnicas utilizadas comúnmente, para la degradación de la materia orgánica, es: el compostaje, práctica que, a partir de los desechos sólidos orgánicos, se crean las condiciones necesarias para que; el mismo con ayuda de organismos descomponedores logre su punto de degradación y tenga como resultado un abono de alta calidad. (Abellán, 2009, p. 11)

1.2. Residuos Sólidos

1.2.1. Definición de Residuos

Es aquella sustancia, elemento, material u objeto que se encuentra en estado sólido, que es proveniente del uso o consumo de un producto o bien en distintas actividades: comerciales, domésticas, de servicios o institucionales, que el productor lo desecha, devuelve, o rechaza y que es útil para realizar técnicas de reutilización, transformación o aprovechamiento para la obtención de un nuevo bien con valor de altos beneficios. (Jaramillo, 2008 a, p. 25)

1.2.2. Clasificación de los Residuos Sólidos

Los residuos sólidos pueden clasificarse de acuerdo con su incidencia tanto en el ambiente como en la salud humana, de la siguiente manera:

Tabla 1-1: Clasificación de los residuos sólidos

Fuente	Tipo de Residuo
Por el material que se componen	Desechos Orgánicos: Es todo material vivo, provenientes de fuentes vegetales, frutas, sobrantes de alimentos, remanentes de estiércol, etc.
	Desechos Inorgánicos: Estos desechos son compuestos por materia inerte como: plásticos, vidrios, metales, entre otros.
De acuerdo con su Degradabilidad	Desecho Biodegradable: Son aquellos que en un

	<p>tiempo corto se pueden descomponer de modo natural como la materia orgánica.</p>
<p>De acuerdo con el lugar de origen</p>	<p>Desecho no Biodegradable: Son aquellos que se descomponen en un largo periodo, es decir estos elementos no son de fácil desintegración. Por ejemplo, el vidrio que es un material de extrema putrefacción tarda unos 4000 años en su dispersión.</p>
	<p>Desechos Domésticos: Son residuos que provienen de los sobrantes de las actividades de viviendas.</p>
	<p>Desechos Industriales: Remanentes generados como resultado del proceso de la actividad industrial para la producción.</p>
	<p>Desechos Hospitalarios: Son los procedentes de centros de atención de salud ya sean estos públicos o privados, o aquellos que son considerados productos de primeros auxilios que se encuentran en diversas identidades como hogares, empresas, colegios etc.</p>
	<p>Desechos Rurales: Restos originarios de las afueras de las cabeceras distritales, es decir generados en el campo en donde su población se la encuentra de forma dispersa.</p>
<p>Desechos Urbanos: Corresponde a los rechazos que se provoca en la ciudad, tales como en jardines, parques, mercados, desperdicios de las mismas actividades comerciales como los empaques, llantas, electrodomésticos, etc.</p>	

Fuente: (Holgúin & Puertas, 2006, pp. 14-16)

Realizado por: Karen Lara, 2017

1.3. Compostaje

El compostaje es una técnica aerobia, su principal función es realizar la degradación de la materia orgánica, teniendo como objetivo la elaboración de abono orgánico de alta calidad fisicoquímico y microbiológico. El EM-compost produce la descomposición de los desechos orgánicos, bajo condiciones totalmente controladas, que a través de la aplicación de los Microorganismos Eficientes (EM) se acelera su desintegración, aumentando también su calidad nutricional y biológica. (Programa PASE, 2007, p. 3)

Los desechos sólidos orgánicos, son desintegrados por la acción de los microorganismos (bacterias, levaduras, etc.), su fuente de alimento es la materia orgánica. Todo este proceso requiere de oxígeno y agua, es decir necesita de una aireación y humedecimiento constante durante todo el proceso. Si en esta transformación las condiciones antes mencionadas se detienen o la materia orgánica se pudre por falta de oxígeno, se logra provocar la liberación de malos olores. (Programa PASE, 2007, p. 3)

1.4. Fases del Compostaje

Para el proceso de compostaje, se requiere mantener el control de la temperatura y de la humedad, para que los desechos sólidos orgánicos tengan una descomposición adecuada e higiénica. A través de la observación de la temperatura generada durante el proceso, se puede reconocer 3 etapas principales en el composting o compostaje; y una última llamada etapa de maduración. (Román, P. y Otros, 2013, p. 25)

1.4.1. Etapa Mesófila inicial

En esta primera etapa, el sustrato de inicio para el procedimiento de compostaje cuenta con una temperatura ambiente y en el transcurso de 2 a 3 días, o inclusive en horas, la temperatura podría subir a los 45° C. En la etapa mesófila existe la presencia de la actividad microbiana, por lo cual se produce este cambio de temperatura, ya que los microorganismos como bacterias u hongos consumen fuentes sencillas de C y N generando calor y producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH. Este proceso puede durar de 2 a 8 días. (InfoAgro, 2017, p. 3)

1.4.2. Etapa Termófila o de Higienización

Etapa en la cual la temperatura logra alcanzar hasta 45° C, es decir que los microorganismos mesófilos (microorganismos de temperatura media), son sustituidos por microorganismos termófilos (microorganismos de temperatura alta). Los organismos termófilos facilitan la degradación de fuentes complejas de carbono (C), como celulosa y lignina. (Román, P. y Otros, 2013, p. 23)

Los microorganismos termófilos tienen la capacidad de transformar el Nitrógeno (N) en Amoniaco (NH₃) por lo cual el pH del proceso va a subir. En una temperatura de 60°C los hongos termófilos mueren, y surgen las bacterias productoras de esporas y actinobacterias, que son aquellas que descomponen las ceras, proteínas y hemicelulosas. (InfoAgro, 2017, p. 3)

1.4.3. Fase de Enfriamiento o Mesófila II.

Fase en la cual las fuentes tanto de carbono como de Nitrógeno son totalmente agotadas, razón por la cual la temperatura vuelve a descender y se presenta entre los 40 hasta los 45°C, cuando la temperatura es menor a los 60°C retornan los hongos termófilos que descomponen la celulosa. Los organismos mesófilos en temperatura de 40 °C vuelven a reactivar su actividad por lo cual el pH del medio decrece ligeramente. (Román, P. y Otros, 2013, p. 24).

1.4.4. Fase de Maduración

Última etapa en la cual la transformación precisa permanecer durante meses a temperatura ambiente, durante este tiempo se va a ir desarrollando reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la elaboración de ácidos húmicos y fúlvicos. (Román, P. y Otros, 2013, p. 24)



Figura 1-1: Fases del Compostaje

Fuente: (Manual de Compostaje de Agricultor FAO, 2013, p. 25)

1.5. Sistemas de Compostaje

Tienen como objetivo conseguir y controlar las condiciones adecuadas para que el proceso de transformación de la materia orgánica se desarrolle bajo los parámetros requeridos, para poder alcanzar un producto final de alta calidad como fertilizante natural. (AgroWaste, 2013, pp. 1-2). Los sistemas de compostaje se pueden clasificar en dos grupos:

Tabla 2-1: Clasificación general de sistemas de compostaje.

SISTEMA DE COMPOSTAJE	
Sistemas Abiertos	Pilas dinámicas ventiladas
	Sistema de pilas estáticas ventiladas
Sistemas Cerrados	Reactores aireados en discontinuos Reactores rotatorios
Sistemas Semi cerrados	Combinado

Fuente: (AgroWaste, 2013, pp. 1-2)

Realizado por: Karen Lara, 2017

1.5.1. *Sistemas Abiertos*

1.5.1.1. *Pilas Dinámicas Ventiladas*

Este es un sistema conocido también como pilas aireadas mediante volteos, que es el más utilizado en el proceso de compostaje. El sustrato que se utilice en el proceso, son aglomerados en grandes pilas que son oxigenados regularmente mediante volteos mecánicos o manuales. La estructura de estas pilas dinámicas ventiladas, contienen una sección triangular o trapezoidal. (AgroWaste, 2013, pp. 1-2)

Para sus dimensiones se debe tomar en cuenta la superficie disponible del lugar en donde se va a realizar el tratamiento y el volumen de los desechos que se van a transformar. Deben ser apropiadas para poder realizar la aireación del material y mantener el calor generado durante el proceso. (AgroWaste, 2013, p. 2)

1.5.1.2. *Pilas Estáticas Ventiladas*

En este sistema estático la ventilación consiste en pasar aire por su interior con el uso de una red de tuberías y una bomba, sin que el material orgánico sea removido. El sistema de pilas estáticas ventiladas tiene un gran coste energético. (AgroWaste, 2013, p. 2)

1.5.2. *Sistemas Cerrados*

Dentro de este sistema de compostaje cerrado podemos encontrar el compostaje en reactores, lo que quiere decir que este procedimiento reside en realizar una fermentación aerobia totalmente registrada adentro de un contenedor cerrado, el cual tiene mecanismos de volteo, mezclado, y una aireación forzada. Se puede emplear reactores aireados en discontinuo, o ejecutar el compostaje en reactores rotatorios (tambores). La ventaja de esta técnica es su modernidad, limpieza y rapidez, pero por su alto costo económico hace difícil su utilización. (AgroWaste, 2013, p. 2)

1.5.3. *Sistemas Semicerrados*

Es una técnica en la cual se puede combinar el volteo y la aireación forzada de la materia orgánica. Para este procedimiento se debe construir túneles, donde se coloca el material estático, contando con mecanismos de volteo, mezcla, aireación forzada, acrecentando la velocidad del proceso. (AgroWaste, 2013, p. 2)

1.6. Factores que afectan al proceso de Compostaje

1.6.1. *Temperatura*

La temperatura es un parámetro a considerar importante. Por lo tanto, las condiciones adecuadas para el proceso de compostaje se van observando según las fases que se desarrollan, fase mesófila inicial (T45°C); y fase mesófila final, tomando en cuenta que al finalizar el proceso la temperatura llega de nuevo a la temperatura inicial. (Marquéz, et al., 2015, p. 2)

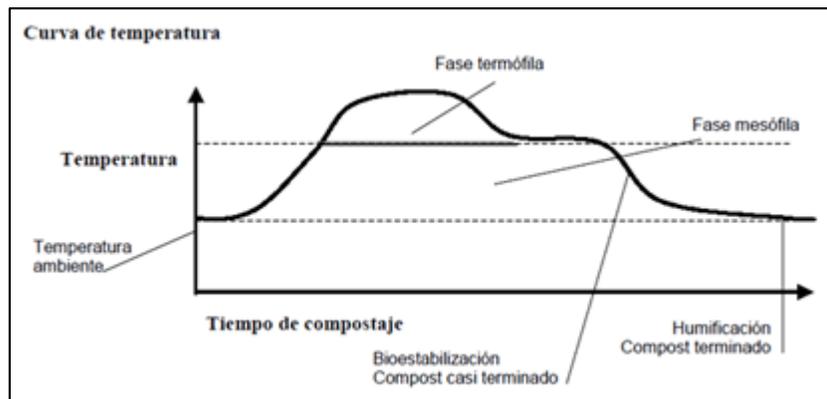


Figura 2-1: Tiempo de compostaje

Fuente: (Guía de Lumbricultura) <https://guiadelombricultura.wordpress.com>

1.6.2. Humedad

La humedad es uno de los parámetros más importante en el desarrollo del compostaje, ya que se encuentra relacionado con los microorganismos, que como cualquier ser vivo, utiliza el agua como medio de transporte tanto de nutrientes como de elementos energéticos a través de la membrana celular. (Programa PASE, 2007, p. 27)

En la evolución del compostaje es necesario que los niveles óptimos de humedad se encuentren entre el 40-60 %. Debemos tomar en cuenta que, si la humedad es mayor a su límite, el agua dominará todos los poros por lo que puede producir que el proceso se transforme a anaerobio, y se produzca la putrefacción de la materia orgánica. De lo contrario si la humedad es exageradamente baja se la actividad microbiana disminuye y el proceso es más lento. (InfoAgro, 2017, p. 2)

1.6.3. pH

El parámetro del pH va a variar según los materiales usados en el proceso de compost, es decir puede ir desde 4.5 a 8.5. Esta variable es controlada para poder valorar cual es el ambiente microbiano y la estabilidad de los residuos. (F., 2015, p. 9)

En la transformación de la materia orgánica a compost, se van desarrollando diferentes fenómenos, los cuales intervienen en la variación de este parámetro. En una etapa inicial el metabolismo bacteriano produce complejos carbonados de fácil degradación, los mismos que se transforman en ácidos orgánicos, provocan que el pH descienda. Después el pH aumenta a valores alrededor de 8,5 como consecuencia de la formación de amoníaco. Finalmente, en la etapa final o de maduración el pH disminuye (entre 7 y 8). (F., 2015, pp. 9-10)

1.6.4. Oxígeno

Este parámetro es necesario que esté presente en el desarrollo del compostaje, ya que los microorganismos que intervienen en el proceso requieren de oxígeno necesario para su actividad microbiana, para obtener el proceso aerobio se necesita de producir aireación. Con el adecuado manejo de aireación se puede llegar a obtener un compost rápido y de buena calidad, disminuyendo inconvenientes de malos olores. (Chacha & Enriquez, 2015, p. 24)

1.6.5. Relación carbono nitrógeno (C/N)

La relación carbono nitrógeno, es aquel que podemos encontrar en distinta materia que se usa para el proceso de compost. En los desechos vegetales encontramos alto contenido de carbono (C), y en los desechos de origen animal encontramos alto contenido de nitrógeno (N). (Ing. Agr. Santana G., 2016, <https://www.agrogiova.com>)

Para el inicio del compostaje la relación C/N óptimo esta entre 25-35/1, mientras se va desarrollando la transformación de los desechos orgánicos esta relación va descendiendo hasta alcanzar valores cercanos a 10-15/1 y es cuando el material está listo para ser usado. (Programa PASE, 2007, p. 13)

1.7. Microorganismos Eficientes (EM)

Grupo que está formado por 3 tipos de organismos naturales, pertenecientes a géneros como: *Lactobacillus* (bacterias ácido-lácticas), *Saccharomices* (levaduras) y *Rhodopseudomonas* (bacterias fotosintéticas o Fototróficas), conocidos por sus siglas en inglés (EM) Efficient Microorganisms y en español Microorganismos Eficientes. (Sangakara, 2002, p. 1)

Esta tecnología fue investigada y desarrollada tras varios ensayos, por el Doctor Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón, y el estudio se completó en 1982. Esta técnica fue

iniciada al ver que los **EM** son grupos benéficos, que ayudan a mantener un equilibrio ambiental con respecto a suelos, agua, entre otros. Su principal función fue evitar que los plaguicidas químicos sigan afectando al ambiente con sus productos tóxicos, por lo cual el Dr. Profesor Teruo Higa impulsó los **EM** y observó que éstos, tienen la misma capacidad de dar fortaleza a plantas o suelos, como lo hacen los agroquímicos. (Higa & Parra, 1994, p. 17)

1.7.1. Grupos de Microorganismos Eficientes (EM)

1.7.1.1. Bacterias Fototróficas (*Rhodospseudomonas spp.*)

Las Bacterias Fototróficas son independientes y autosuficientes, las mismas que necesitan de luz solar y calor para poder desarrollar su función de sintetizar. Los metabolitos hechos por estos microorganismos son absorbidos directamente por las plantas y actúan como sustrato para el incremento poblacional de microorganismos benéficos. (EMPROTEC, 2016, p. 3)

Estos organismos son un grupo que tiene la capacidad de sintetizar sustancias útiles como: aminoácidos, ácidos nucleicos, compuestos bioactivos y azúcares, las mismas que son provenientes de las raíces, materia orgánica y/o gases dañinos por ejemplo el ácido sulfhídrico. (WEBMASTER, 2009, p. 2)



Figura 3-1: Bacterias fotosintéticas

Fuente: (EMPROTEC, 2016, p. 3)

La acción de las Bacterias fotosintéticas o fototróficas es separar sustratos que incrementan reservas de aminoácidos o componentes nitrogenados, los cuales generan a su vez un aumento de la cantidad de VA (vesicular / arbuscular) micorriza. La VA micorriza proporciona fósforo a la planta e intensifica la solubilidad de los fosfatos en los suelos, y además incrementa la disposición para asentar el nitrógeno, puesto que puede coexistir con el *Azotobacter* como bacteria fijadora de nitrógeno. (ADMINMICRO, 2014) <https://microorganismoseficientes.wordpress.com>.)

1.7.1.2. Bacterias Acido Lácticas (*Lactobacillus spp.*)

Son diferenciadas de las demás bacterias por su dependencia a otros organismos. Son bacterias que generan ácido láctico a partir de los azúcares y carbohidratos que desarrollan o producen las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico originado es un compuesto que tiene como beneficio el controlar los microorganismos nocivos e incrementa la descomposición de la materia orgánica. (EMPROTEC, 2016, p. 3)

Los beneficios que tienen los *Lactobacillus* es que permiten la fermentación y el desdoblamiento de lignina y celulosa, provocando así que los materiales vegetales se descompongan de una manera más rápida. Por otro lado, tienen la gran capacidad de eliminar microorganismos promotores de enfermedades, como los hongos del género *Fusarium*, que son los responsables de quebrantar a plantas, dejándolas expuestas al ataque de plagas u otras enfermedades. (WEBMASTER, 2009, p. 2)

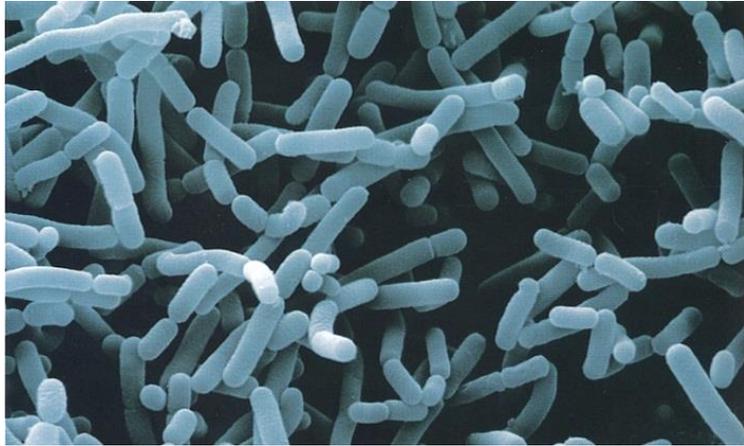


Figura 4-1: Bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus spp.*)

Fuente: (MICROBIÓTA: ADMICRO, 2014, <http://microorganismoseficientes.wordpress.com>.)

1.7.1.3. Levaduras (*Saccharomyces spp.*)

Las levaduras son hongos que tienen una estructura unicelular, que, desde tiempos remotos, al ser estas descubiertas, los investigadores observaron que son capaces de descomponer materia orgánica a través de la fermentación. Estos hongos tienen la facultad de sintetizar tanto sustancias antimicrobiales, como compuestos útiles para el crecimiento de las plantas, partiendo de aminoácidos y azúcares (**secretados por las bacterias fotosintéticas**), así como de materia orgánica. (WEBMASTER, 2009, p. 3)

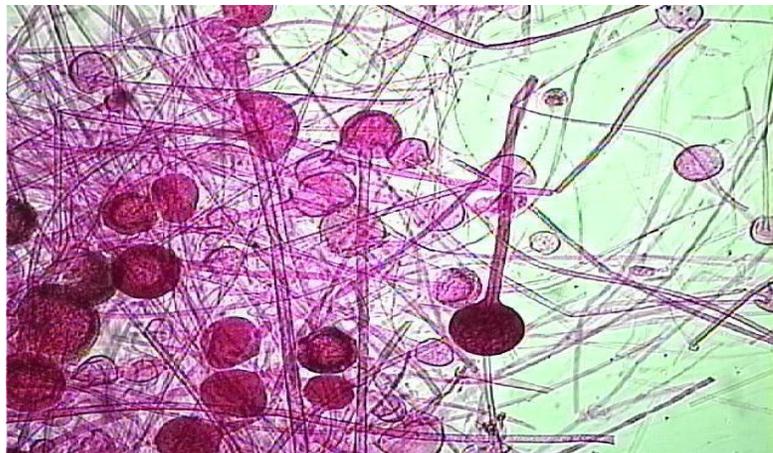


Figura 5-1: Levaduras (*Saccharomyces spp.*)

Fuente: (MICROBIÓTA: ADMICRO, 2014, <http://microorganismoseficientes.wordpress.com>.)

Los hongos principales en desarrollar el proceso de fermentación son el *Aspergillus* y *Penicillium*, que son idóneos para la descomposición rápida de la materia orgánica, obteniendo como resultado ésteres, alcohol y sustancias antimicrobianas. El proceso produce desodorización y evita la manifestación de gusanos e insectos nocivos. (MICROBIÓTA: ADMICRO, 2014, <http://www.microbiotica.es/em-cinco-grupos-microorganismos/.com>.)

Los distintos Microorganismos Eficientes o Eficaces (Bacterias fototróficas, ácido lácticas, levaduras y Actinomicetos o actino bacterias) tienen sus respectivas funciones. Pero se puede decir que, las bacterias fototróficas son consideradas el eje de la actividad de los EM. Las bacterias fototróficas fortalecen las acciones de otros microorganismos. A este acontecimiento se lo menciona “coexistencia y coprosperidad”. (EMPROTEC, 2016, p. 4)

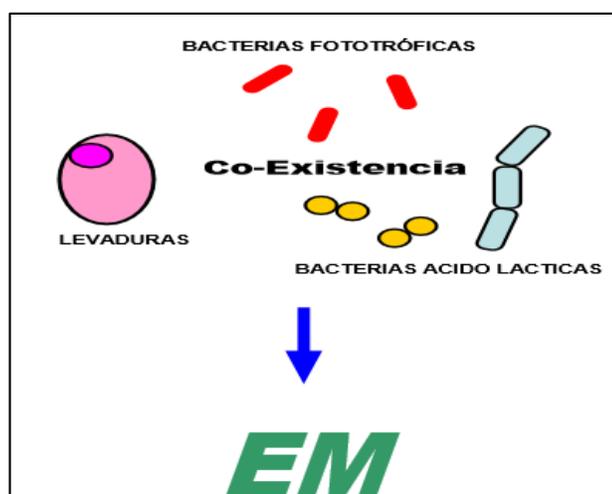


Figura 6-1: Coexistencia de bacterias Fototróficas.
Fuente: (EMPROTEC, 2016)

1.7.1.4. Actinomicetos o actinobacterias

Los actinomicetos o actinobacterias se encuentran en la categoría de bacterias Gram Positivas. Su estructura es intermedia entre lo que son las bacterias y los hongos. Generalmente, los actinomicetos están en la tierra y su función ecológica esencial es la descomposición de la materia orgánica, reciclando las reservas de nutrientes en la tierra e implantando el humus. A partir de los azúcares y aminoácidos que producen las bacterias fotosintéticas y la materia orgánica, los actinomicetos generan sustancias antimicrobianas que pueden eliminar hongos perjudiciales y microorganismos patógenos. Los actinomicetos y las bacterias fotosintéticas pueden coexistir, de

modo que las dos especies juntas aumentan la actividad microbiana, regenerando la calidad de la tierra. (MICROBIÓTA: ADMICRO, 2014, <http://microorganismoseficientes.wordpress.com>.)

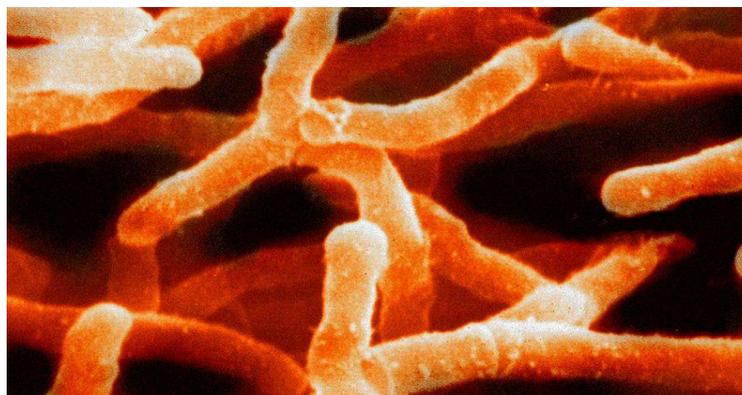


Figura 7-1: Actinomicetos
 Fuente: (MICROBIÓTA: ADMICRO, 2014, <http://microorganismoseficientes.wordpress.com>.)

1.8. Beneficios de los Microorganismos Eficientes o Efectivos (EM)

La tecnología de los Microorganismos Eficientes o Efectivos (EM), impulsada en la década de los años 80 por el Catedrático Dr. Teruo Higa e iniciada en 1989, es una técnica que durante varios años se ha ido desarrollando por sus múltiples beneficios, en sus inicios enfocada a mejorar las propiedades del suelo y a beneficiar al agropecuario. (Vega, 2016, p. 4), pero durante su investigación y obtención, se los ha ido manipulando en diferentes aspectos como:

Tabla 3-1: Aplicación y usos de los Microorganismos Eficientes (ME)

Área de Aplicación de ME	Beneficios de ME
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> ○ Acondicionamiento del suelo ○ Beneficio de la Producción ○ Aprovechamiento final de los residuos provenientes de la industrialización. ○ Restablecen el equilibrio Microbiológico del suelo. ○ Mejora las condiciones fisicoquímicas.

<p>Ganadería</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Lactobacillus</i> y <i>Saccharomyces</i> son aprovechados exitosamente como probióticos en la alimentación animal. ○ Ayudan a que el proceso digestivo y ruminal sea más eficiente. ○ Los Microorganismos Eficientes (ME) favorecen en la reducción de gases intestinales nocivos (metano) con lo que los animales se alimentan más y mejor. ○ Elimina el mal olor de las infraestructuras y del ganado. ○ Comprime factores de “stress” del animal, para de esta manera reforzar el sistema inmunológico contra enfermedades. ○ Al ser usado en la alimentación, produce indirectamente estiércol de alta calidad.
<p>Agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reducción del mal olor del sistema. ○ Disminuye el DBO y el DQO. ○ Reduce eficientemente la concentración de coliformes. ○ Reduce eficientemente los gases nocivos como amoníaco, hidrógeno sulfhídrico, y el metil-mercaptano.

<p>Manejo de residuos orgánicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Acelera el proceso de compostaje de los residuos orgánicos entre 2 y 3 semanas ○ Amplifica la disponibilidad de los nutrientes presentes en los residuos orgánicos, principalmente Nitrógeno y Fósforo. ○ Estimula la transformación de la materia orgánica en humus. ○ El proceso de compostaje es inodoro y no tiene presencia de insectos. ○ Excluye el mal olor de las instalaciones y la presencia de moscas. ○ Es una alternativa sumamente barata para el manejo del estiércol y otros residuos.
--	--

Fuente: (Effective Microorganisms (ME), s.f.) <http://www.agearthecuador.org>

Realizado por: Karen Lara, 2017

1.9. Legislación

1.9.1. Constitución Política de la República del Ecuador (2008)

En el Ecuador se establece Leyes y normativas que regulan el control de mantener un ambiente totalmente equilibrado entre el recurso natural con el ser humano.

Art. 3.- Son deberes primordiales del Estado: (Nral 7): Proteger el patrimonio natural y cultural del país.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la

integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: (Nral: 27) El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Art. 83.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley: (Nral 3): Defender la integridad territorial del Ecuador y sus recursos naturales. (Nral 6): Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: (Nral 4): Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: (Nral 4): Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a: (Nral 2): Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales. 3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

1.9.2. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Art. 1.- Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida

humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia.

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 10.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.

Art. 11.- Para los efectos de esta Ley, serán consideradas como fuentes potenciales de contaminación, las sustancias radioactivas y los desechos sólidos, líquidos o gaseosos de procedencia industrial, agropecuaria, municipal o doméstica.

Art. 13.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, cada uno en el área de su competencia, en coordinación con las municipalidades, planificarán, regularán, normarán, limitarán y supervisarán los sistemas de recolección, transporte y disposición final de basuras en el medio urbano y rural. En igual forma estos Ministerios, en el área de su competencia, en coordinación con la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, limitarán, regularán, planificarán y supervisarán todo lo concerniente a la disposición final de desechos radioactivos de cualquier origen que fueren.

Art. 14.- Las personas naturales o jurídicas que utilicen desechos sólidos o basuras, deberán hacerlo con sujeción a las regulaciones que al efecto se dictará. En caso de contar con sistemas de tratamiento privado o industrializado, requerirán la aprobación de los respectivos proyectos e instalaciones, por parte de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia.

Art. 15.- El Ministerio del Ambiente regulará la disposición de los desechos provenientes de productos industriales que, por su naturaleza, no sean biodegradables, tales como plásticos, vidrios, aluminio y otros.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Descripción del Mercado San Alfonso de Riobamba

El mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba, es uno de los mercados con más antigüedad que existe en la ciudad, por tanto, el comercio en este lugar contiene una alta demanda de distribución de productos de uso alimenticio para la ciudadanía.

El mercado San Alfonso cuenta con días específicos de feria, como son los lunes, miércoles y sábados, días en los cuales la concurrencia de los residentes es alta, lo que hace que se obtenga un alto contenido de residuos sólidos orgánicos de los desperdicios que genera la población en el momento de la compra-venta y de la transportación hacia sus hogares.

El mercado cuenta con diferentes secciones para la comercialización de sus productos, así podemos contar con la sección de legumbres, hortalizas, frutas, papas, tercenas, a más de puntos de venta de comida.

2.1.2. *Ubicación del Mercado San Alfonso de Riobamba*

Tabla 1-2: Ficha Técnica del Mercado “San Alfonso”

FICHA TÉCNICA DEL MERCADO “SAN ALFONSO”	
Dirección	Argentinos y 5 de Junio
Parroquia Urbana	Maldonado
Cantón	Riobamba
Provincia	Chimborazo

Coordenadas	761829.68 m E	9815089.81 m S
	761864.98 m E	9815131.11 m S
	761901.79 m E	9815104.18 m S
	761864.64 m E	9815056.48 m S
Área del predio	5.730 m ²	
Perímetro del predio	302 m	

Realizado por: Karen Lara, 2017
Fuente: Google Earth, 2017



Figura 1-2: Vista Satelital del Mercado “San Alfonso” Riobamba
Fuente: Google Earth, 2017



Figura 2-2: Zona de recolección de residuos - Mercado “San Alfonso”
Fuente: Google Earth, 2017

2.2. Localización del Proyecto

El lugar donde se realizó el estudio es un prado localizado en la parroquia de Yaruquíes.

El sector de Yaruquíes es una zona donde la agricultura es fuente principal de desarrollo de las familias que habitan en la misma.

Tabla 2-2: Ficha técnica del predio

FICHA TÉCNICA DEL PREDIO	
Dirección	Avenida Atahualpa
Parroquia Urbana	Yaruquíes
Cantón	Riobamba
Provincia	Chimborazo
Coordenadas	759377.32 m E 9813612.49 m S Latitud: 1° 41.094'S Longitud: 78° 40.152'
Área del predio	289 m ²
Perímetro del predio	68.4 m

Realizado por: Karen Lara, 2017

Fuente: Google Earth, 2017



Figura 3-2: Ubicación del terreno

Fuente: Google Earth, 2017



Figura 4-2: Vista satelital del terreno
Fuente: Google Earth, 2017

2.3. Metodología de la Investigación

El trabajo de investigación es descriptivo lo cual implica observar y describir el comportamiento de los Microorganismos Eficientes sobre los desechos sólidos orgánicos originados en el mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba.

Por otro lado, utilizamos la investigación Aplicativa ya que se fundamentó en análisis de laboratorio.

2.4. Tipo de Investigación

2.4.1. *Por el Enfoque*

En el presente estudio utilizamos la investigación Mixta, es decir, cualitativo y cuantitativo. La investigación cualitativa nos ayuda a la identificación de las características de los desechos sólidos orgánicos con la ausencia y presencia de los Microorganismos Eficientes. Y cuantitativa al poder recolectar datos medibles de los principales parámetros lo cual nos ayudarán para el manejo de los datos estadísticos.

2.4.2. *Por la temporalidad*

2.5. **Diseño de la Investigación**

Se utiliza un diseño experimental ya que se trabajó con muestras al azar sometidas a diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (M.E), para obtener en el menor tiempo posible la degradación de la materia orgánica originada en el mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba. Por tanto, se persigue establecer que existe una relación causa-efecto.

2.6. **Muestreo**

Para la obtención de la materia orgánica se realizó un ciclo de recolección de residuos durante una semana, se ubicaron estratégicamente seis contenedores de residuos en las zonas de venta de frutas, legumbres y verduras, dando a conocer a las propietarias de los negocios la naturaleza del proyecto y la necesidad de producción y recolección de residuos para el desarrollo del estudio.

2.7. Esquema del Ensayo

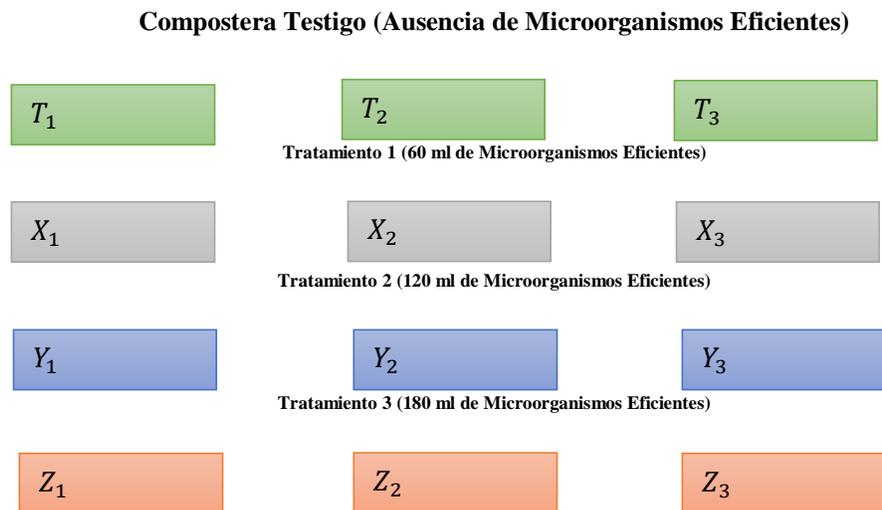


Figura 5-2: Ordenamiento de Bloques

Realizado por: Karen Lara Y. 201

2.8. Materiales y Herramientas

Se utilizaron los siguientes materiales y herramientas durante el proceso de investigación.

2.8.1. *Materiales de Laboratorio*

- ✓ pH-metro
- ✓ Termómetro (Thermo-Hygrometer-BIO-EMP)
- ✓ Higrómetro (Thermo-Hygrometer-BIO-EMP)
- ✓ Agua destilada (100ml)
- ✓ Probeta (50mL)

2.8.2. *Herramientas*

- ✓ Palas
- ✓ Fundas Ziploc Grandes: medida 25x30
- ✓ Baldes: Medidas: 11 cm alto - 11 cm diámetro boca - 8 cm diámetro base.
- ✓ Tachos de basura 42,30 cm (diámetro boca interna) x 59 cm (altura total). Capacidad: 60 L.
- ✓ Franela
- ✓ Balanza de gancho de 35kg
- ✓ Transporte

2.8.3. *Materiales de Seguridad*

- ✓ Mascarilla
- ✓ Mandil
- ✓ Guantes
- ✓ Botas de Caucho

2.9. Etapas de la Investigación

2.9.1. Etapa 1: Preparación del sitio para ubicar las composteras

En primera instancia se eligió el terreno, el cual debe ser un lugar estable y plano en donde se va a colocar las 12 composteras.

Posteriormente se procedió a limpiar el sitio, retirando malas hierbas, piedras y troncos que se encontraban en la zona. La tierra se niveló con la ayuda de una retroexcavadora y finalmente se utilizó maderos de 2 y 3 metros para poder realizar la estructura de recubrimiento de las composteras.

2.9.2. Etapa 2: Construcción de la pila

Las 12 pilas fueron construidas con la misma medida. Por lo cual, la dimensión de cada pila es: Largo: 1m, Ancho: 1m, Altura: 1 m.

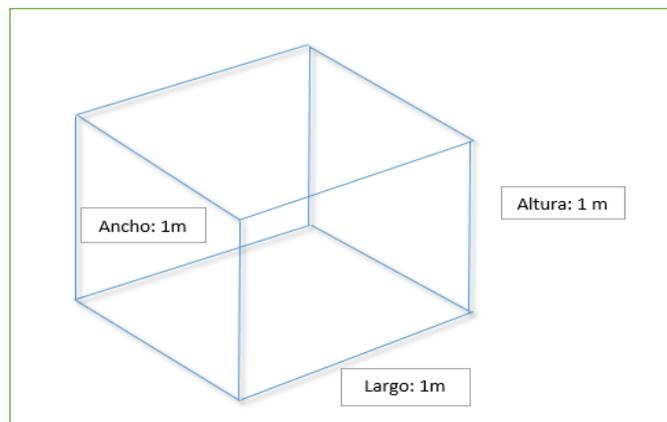


Figura 6-2: Diseño de la compostera o pila.
Realizado por: Karen Lara Y. 2017

2.9.3. *Etapa 3: Recolección de los Residuos Sólidos Orgánicos*

2.9.3.1. *Recolección de los Residuos Orgánicos del Mercado San Alfonso*

Para la recolección de los Residuos Sólidos Orgánicos en primera instancia se solicitó el permiso necesario al Administrador del Mercado San Alfonso, quien nos proporcionó la ayuda necesaria para que los comerciantes del mercado nos faciliten la recolección de los desechos sólidos orgánicos.

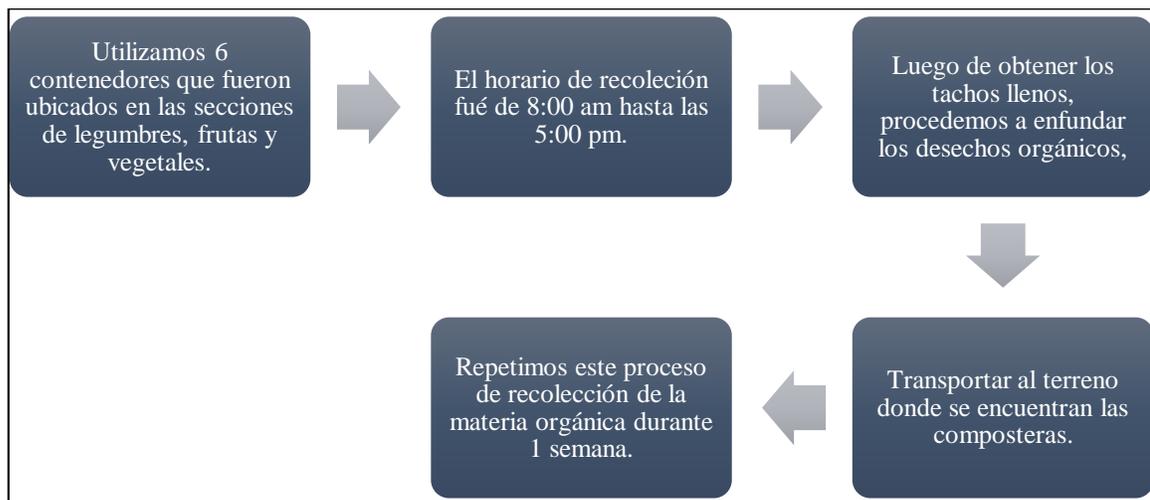


Figura 7-2: Pasos para la Recolección de los desechos sólidos orgánicos.

Realizado por: Karen Lara Y. 2017

2.9.3.2. *Preparación de los Residuos Sólidos Orgánicos*

Después de haber obtenido la cantidad necesaria de residuos orgánicos durante la recolección de 1 semana, procedemos a realizar un pretratamiento que consta de las siguientes actividades:

A. Triturado

Para poder iniciar con el proceso de compostaje, se somete los restos orgánicos a un fraccionado manual, donde se utilizó como base un plástico, para evitar que los residuos se mezclen con la tierra, y con la ayuda de un machete se procedió a triturar.

Según bibliografía para un tratamiento óptimo, las partículas de los desechos deben tener un diámetro menor a 5 cm, este parámetro es importante para garantizar la actividad microbiana que actúa sobre el sustrato.

B. Mezclado

Para una buena transformación de los desechos sólidos orgánicos a compost, el sustrato de residuos frutales y vegetales una vez de haber sido triturados, se los lleva a una homogenización, es decir los mezclamos en cantidades idóneas, para obtener, del peso total, 30 Kg necesarios para cada una de las composteras.

Una vez terminada la homogenización de la materia orgánica, se tomaron 3 muestras de 1 Kg de material orgánico, para llevarlo al laboratorio de servicios ambientales de la UNACH, en donde se determinó los parámetros iniciales de los residuos.

2.9.4. Etapa 4: Preparación de las Composteras.

Para esta etapa, se procedió a pesar 30 Kg de la cantidad total de residuos orgánicos recolectados, los mismos que se ubicaron dentro de cada una de las composteras, otorgando un peso total de 360 Kg de material orgánico a transformar.

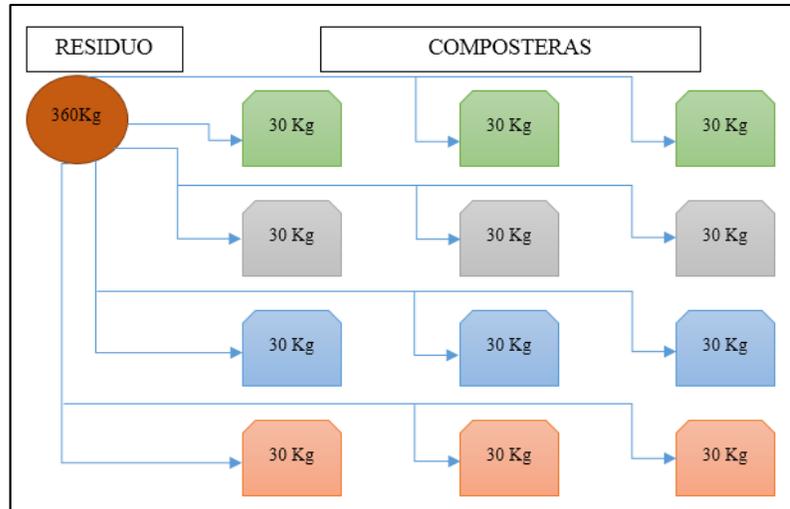


Figura 8-2: Distribución del material orgánico en las composteras.
Realizado por: Karen Lara Y. 2017

2.9.5. *Etapa 5: Adición de Microorganismos Eficientes*

Para esta etapa, se utilizó Microorganismos Eficientes los mismos que fueron adquiridos en Agromikroben, los Microorganismos Eficientes se encuentran totalmente activos, es decir que se encuentran listos para ser usados.



Figura 9-2: Microorganismos eficientes.
Realizado por: Karen Lara Y. 2017

Tabla 3-2: Microorganismos Activos

Microorganismos Eficientes Activos	Genero	Cantidad	Unidad
<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Trichoderma</i>	2.5x10 ⁹	UFC
<i>Trichoderma viride</i>	<i>Trichoderma</i>	2.5x10 ⁹	UFC
<i>Trichoderma koningii</i>	<i>Trichoderma</i>	2.5x10 ⁹	UFC
<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	<i>Trichoderma</i>	2.5x10 ⁹	UFC
<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	<i>Trichoderma</i>	2.5x10 ⁹	UFC
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	<i>Trichoderma</i>	2.5x10 ⁹	UFC
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>Ophiocordycipitaceae</i>	2.5x10 ⁹	UFC
<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Beauveria</i>	2.5x10 ⁹	UFC
<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Metarhizium</i>	2.5x10 ⁹	UFC
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces</i>	2.5x10 ⁹	UFC
<i>Verticillium lecanii</i>	<i>Lecanicillium</i>	2.5x10 ⁹	UFC

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Fuente: Agromikroben-Riobamba

- A. Después de haber formado las 12 pilas con 30 Kg de materia orgánica cada una, se utilizó una probeta de 250 ml en donde se midió las dosis necesarias para cada una de las composteras, de la siguiente manera:

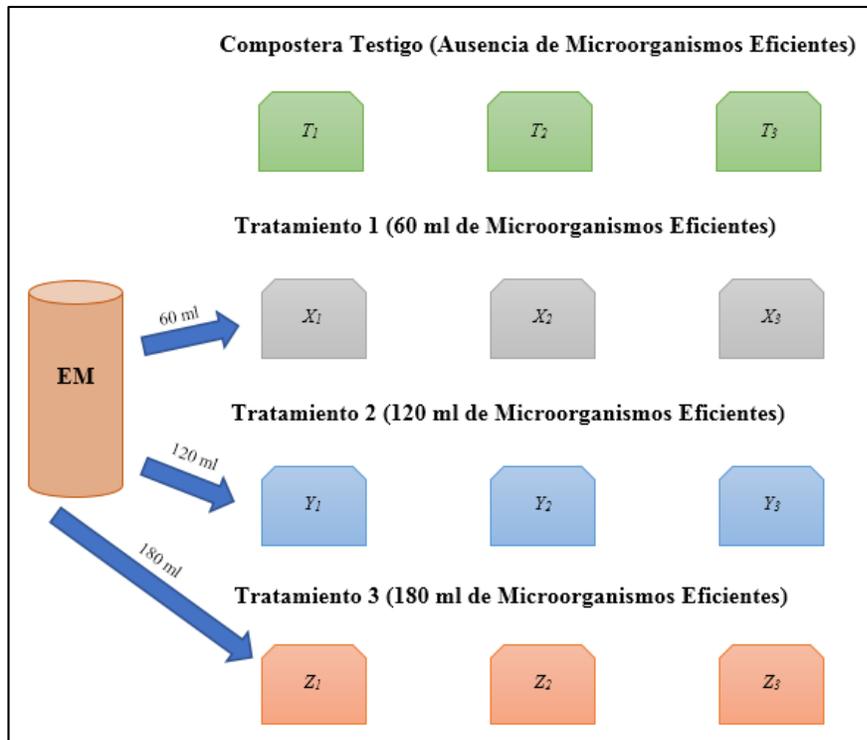


Figura 10-2: Bloques con dosis diferentes de microorganismos eficientes.
Realizado por: Karen Lara Y., 2017

Donde:

T: Testigo

X_n : Tratamiento 1 - Repetición n

Y_n : Tratamiento 2 - Repetición n

Z_n : Tratamiento 3 - Repetición n

- B.** Finalmente se utilizó un atomizador para adicionar los Microorganismos Eficientes en cada una de las composteras.

2.10. Variables Controladas

Durante el proceso de compostaje, es necesario mantener un control adecuado de las variables como pH, humedad, temperatura, parámetros que sirven como indicadores del avance del proceso. Este proceso se lo hizo durante 7 semanas con un registro adecuado para poder realizar los análisis estadísticos.

2.10.1. *Temperatura*

La temperatura es un parámetro muy importante durante el proceso de compostaje, ya que con esta medida podemos determinar el desarrollo de la actividad microbiana.

Durante las 7 semanas de proceso, la temperatura se tomó 3 veces al día, en horarios de: 8:00 am – 12:00 pm – 17:00 pm.

Para obtener datos de temperatura utilizamos el Termómetro (Thermo-Hygrometer-BIO-EMP), y se lo ubicó en la parte central de la compostera experimental.

Según bibliografía y basados en el Manual de Compostaje del Agricultor de la FAO se detalla los siguientes rangos:

Tabla 4-2: Rangos óptimos de Temperatura.

Temperatura (°C)	Causas asociadas		Soluciones
Bajas temperaturas (T° ambiente < 35°C)	Humedad insuficiente	Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y, por tanto, la temperatura baja.	Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad (restos de fruta y verduras, u otros)
	Material Insuficiente.	Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura	Añadir más material a la pila de compostaje.

		adecuada.	
	Déficit de nitrógeno o baja C/N.	El material tiene una alta relación C/N y, por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura más de una semana.	Añadir material con alto contenido en nitrógeno como estiércol.
Altas temperaturas (T ambiente >70°C)	Ventilación y humedad insuficiente	La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesófilos y facilitar la terminación del proceso.	Volteo y verificación de la humedad (55-60%). Adición de material con alto contenido en carbono de lenta degradación (madera, o pasto seco) para que ralentice el proceso.

Realizado por: Karen Lara Y., 2017

Fuente: (Manual de Compostaje de Agricultor FAO, p. 28)

2.10.2. *Humedad*

Esta variable es importante medirla, ya que va muy relacionada con el metabolismo de los microorganismos, ya que el agua es su transporte de los nutrientes.

En la tabla 5-2 observamos las dos técnicas utilizadas para obtener los registros diarios.

Tabla 5-2: Métodos de control de Humedad

Método	Procedimiento
1. Método del puño	<p>Es un método empírico utilizado por la facilidad del proceso.</p> <ul style="list-style-type: none">• Se toma con la mano una pequeña muestra de la materia, desde la parte central de la pila,• Después se cierra la mano y se aprieta fuertemente la muestra.• Para finalizar tomamos en cuenta:<ul style="list-style-type: none">a) Si con esta operación se verifica que salen muy pocas gotas de agua por medio de los dedos, entonces el nivel de humedad es bueno y no aplicamos agua. (Román, P. y Otros, 2013)b) Si no sale nada de agua después de apretar y se desmorona (disgrega) el material, es una señal que hace falta agua. (Román, P. y Otros, 2013)c) Sin sale entre los dedos un hilo continuo de agua del material y sentimos un olor desagradable, como podrido, es que hay un exceso de agua. En este caso se debe extender la pila y esperar que seque un poco.

	(Román, P. y Otros, 2013)
2. Higrómetro (Thermo-Hygrometer-BIO-EMP)	<ul style="list-style-type: none"> • Es un equipo que se utiliza con un sensor, en el cual introducimos en el centro de la pila o de la muestra, y obtenemos resultados sobre la humedad.

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Fuente: (Román, P. y Otros, 2013)

En la siguiente tabla se muestra los rangos óptimos de Humedad según el Manual de compost para el agricultor FAO:

Tabla 6-2: Rangos óptimos de Humedad

Porcentaje de humedad	Problema		Soluciones
<45%	Humedad insuficiente	Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos	Se debe regular la humedad, ya sea proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)
45% - 60% Rango ideal			

>60%	Oxígeno insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis.	Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hojas secas.
------	----------------------	--	---

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Fuente: (Manual de Compostaje de Agricultor FAO, 2013, p. 27)

2.10.3. Aireación (Volteos)

Al ser el compost un proceso aeróbico, necesita de una aireación adecuada para la respiración de los microorganismos, liberando de esta manera CO_2 a la atmosfera. (Manual de Compostaje de Agricultor FAO, 2013) Por lo cual se realizaron volteos cada 5 días, y posteriormente cada vez que la temperatura alcance valores menores a los 30 °C, que es la temperatura adecuada para el desarrollo microbiano.

Los volteos se detuvieron una vez que la temperatura de las composteras alcanzó una estabilidad cercana a la temperatura ambiente, valor que oscila entre los 12 y 15 °C según indican estudios realizados por la Estación Meteorológica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (ESPOCH, 2017)

Otro punto por lo cual es necesario realizar volteos, es que esta técnica evita que la materia orgánica se compacte, porque si llegaría a no tener una aireación adecuada se puede producir un proceso anaerobio, provocando así que se dé una putrefacción del material y provocando entonces malos olores por la presencia de ácido acético, ácido sulfúrico o metano en abundancia. (Manual de Compostaje de Agricultor FAO, 2013)

2.10.4. pH

El parámetro de pH en el compostaje depende del material que se use para el proceso, según las etapas por las que pasa el compost, el pH va variando. Es decir, en los inicios se acidifica por la

formación de ácidos orgánicos, en la fase termófila el pH sube y se alcaliniza, para finalmente estabilizarse. (Riera Vanesa, 2016, p. 35)

En la siguiente tabla se muestra los valores óptimos de pH.

Tabla 7-2: Rangos óptimos de pH.

pH	Causas asociadas		Soluciones
<4,5	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C/N.
4,5 – 8,5 Rango ideal			
>8,5	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C/N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizando el medio.	Adición de material más seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

Realizado por: Karen Lara Y., 2017

Fuente: (Manual de Compostaje de Agricultor FAO, 2013, p. 29)

El proceso que se utilizó en laboratorio para el registro de pH fue el siguiente:

	<p>Recolectamos un poco de materia organica en recipientes de urocultivo in situ, con su respectiva etiqueta.</p> <p>Despues son transportados a laboratorio.</p>
	<p>La muestra se la tritura en porciones mas pequeñas y procedemos a pesar 3 gramos de materia, utilizando la balanza eléctrica.</p>
	<p>Una vez pesado, procedemos a colocar la muestra en tubos de ensayo, adicionando agua destilada 100mL.</p>
	<p>Después ponemos durante 1 hora en el agitador orbital-incubadora, hasta que la muestra se asiente.</p>
	<p>Finalmente utilizamos el pHmetro para tomar los datos iniciales para el registro.</p>

Figura 11-2: Técnica para la toma de pH
Realizado por: Karen Lara Y., 2017

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En este capítulo vamos a mostrar los resultados obtenidos en todo el proceso que se llevó a cabo en la metodología que planteamos en el capítulo II para la obtención de compost a partir de los desechos orgánicos utilizando Microorganismos Eficientes. Se muestra los análisis obtenidos y los registros de los parámetros que se controló durante el desarrollo de la investigación.

3.1. Condiciones iniciales de los desechos sólidos orgánicos

Para el inicio del proceso de compostaje se realizó la caracterización de los residuos sólidos orgánicos.

Tabla 1-3: Condiciones iniciales del proceso de compostaje

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
pH	-	STANDARD METHODS 4500 - H B	4,12
Conductividad	μs/cm	EPA 9045 C	765
Nitrógeno Total	%	MÉTODO INTERNO KJELDAHL	12,39
Carbono	%	MÉTODO INTERNO	49,24
Humedad	%	GRAVIMETRÍA INTERNO	84,89
Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	23,1
Materia Orgánica	%	MÉTODO INTERNO	87,95

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Fuente: Laboratorio de Servicios Ambientales - UNACH, 2017

3.2. Mediciones de parámetros in situ

3.2.1. Medición Temperatura

Los registros de temperatura obtenidos; fueron tomados 3 veces al día (mañana- medio día – tarde) a cada tratamiento con sus respectivas réplicas, durante 7 semanas. (ANEXO I)

Tabla 2-3: Temperatura promedio semanal de los tratamientos.

SEMANAS	TESTIGO	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
Semana 1	21,3	21,8	22,3	31,8
Semana 2	28,0	25,8	43,6	42,8
Semana 3	28,2	38,6	34,5	33
Semana 4	29,8	45,8	22,3	22,8
Semana 5	33,1	21,9	13,8	14,1
Semana 6	22,1	14	13,6	14
Semana 7	15,7	13,4	13,4	13,8

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

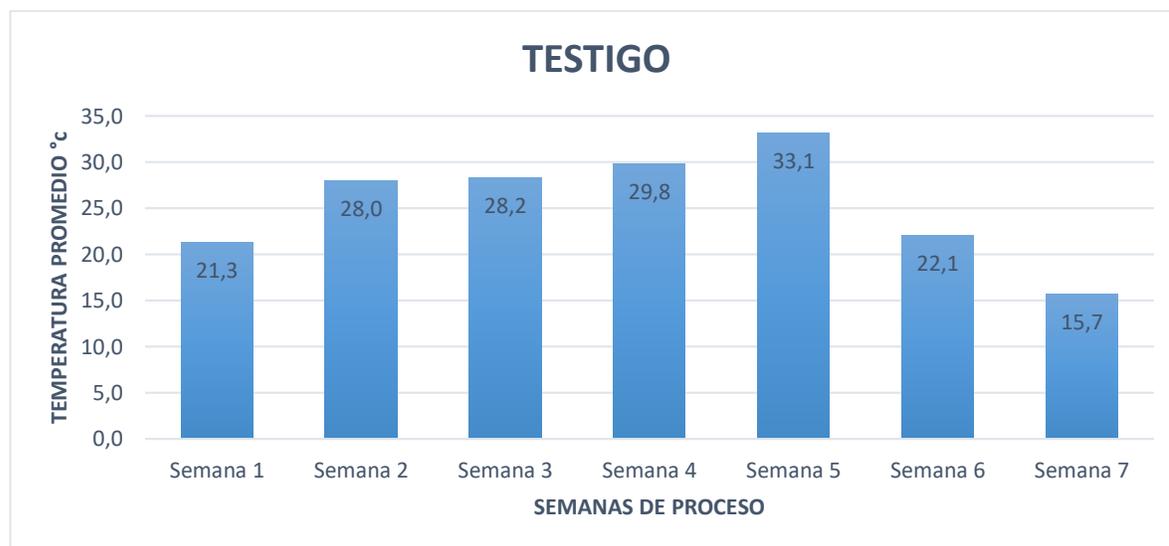


Gráfico 1-3: Variación de la temperatura del tratamiento testigo.

Realizado por: Karen Lara, 2017

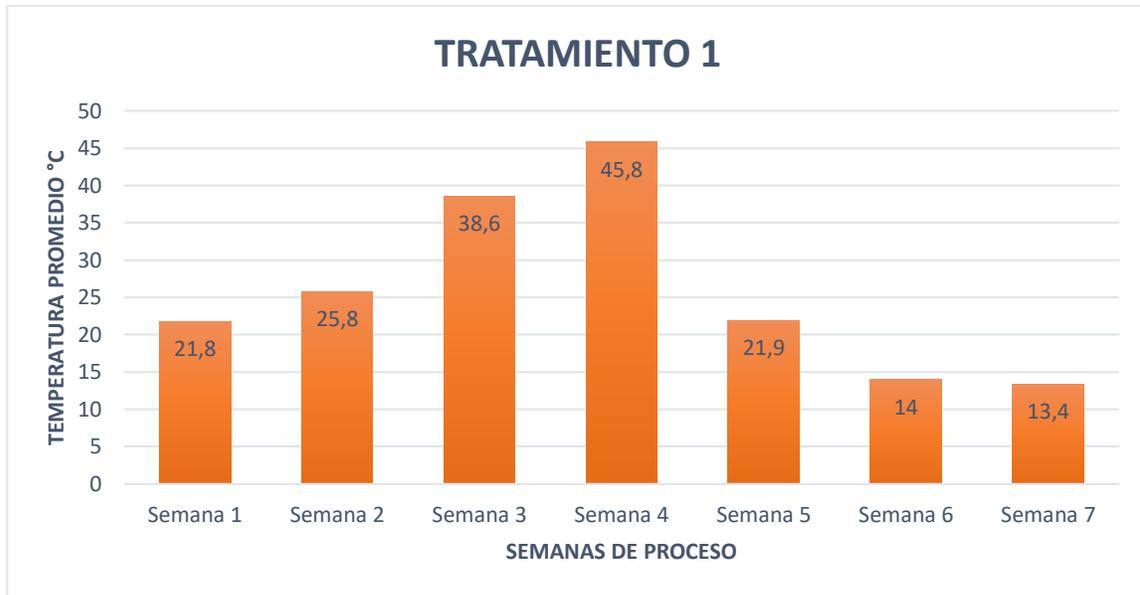


Gráfico 2-3: Variación de la temperatura tratamiento 1.

Realizado por: Karen Lara, 2017

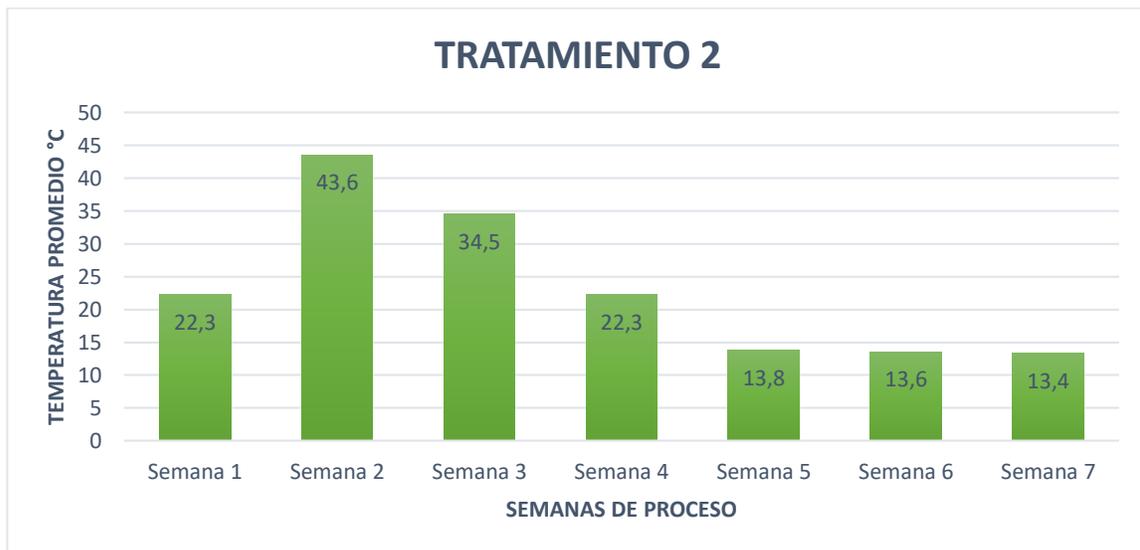


Gráfico 3-3: Variación de la temperatura tratamiento 2.

Realizado por: Karen Lara, 2017

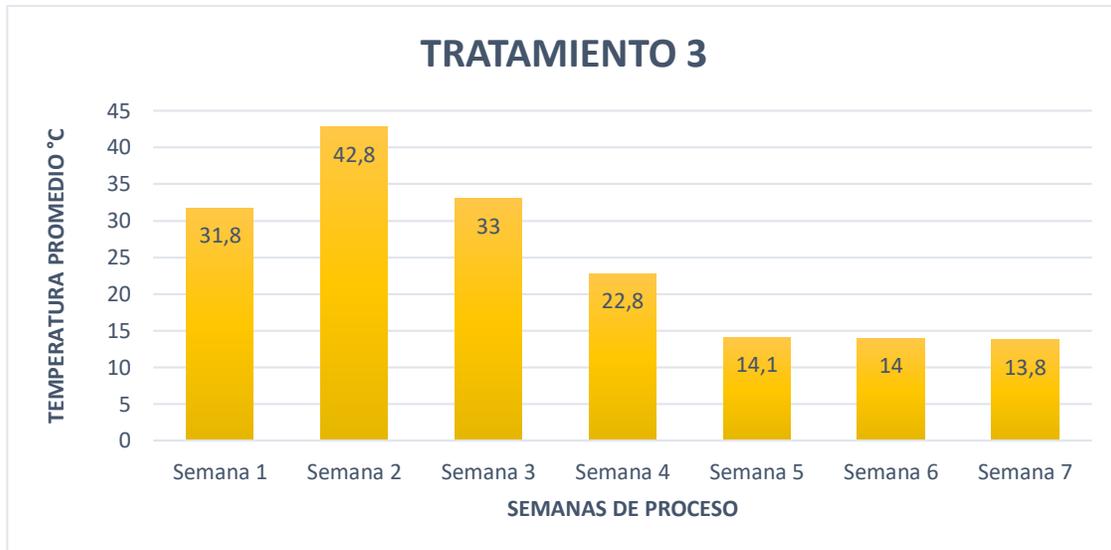


Gráfico 4-3: Variación de la temperatura tratamiento 3.

Realizado por: Karen Lara, 2017

Análisis y Discusión

Después de haber realizado el monitoreo diario a cada una de las composteras, se pudo determinar las diferentes etapas del proceso de compostaje para cada tratamiento aplicado, llegando a obtener en la etapa inicial del proceso valores promedio de 21,3 °C para el Testigo, 21,8 °C para el Tratamiento 1 (60 ml de EM), 22,3 °C para el Tratamiento 2 (120 ml de EM) y 14,5 para el Tratamiento 3 (180 ml de EM) como se indica en el Gráfico 1-3, Gráfico 2-3, Gráfico 3-3, Gráfico 4-3, dicha etapa tuvo una duración aproximada de 7 días, es decir, que durante la primera semana del proceso de compostaje se procedió con la degradación de los azúcares presentes en los residuos orgánicos recolectados.

Basados en bibliografía podemos verificar que las temperaturas altas en la primera semana de nuestro trabajo de investigación son propias del proceso. Según la revista Ceres; en su publicación del “*ESTUDIO DE LA POBLACION MICROBIANA EN LAS ETAPAS INICIALES DEL COMPOSTAJE*” publicada en el año 2001, en sus resultados también obtuvieron temperaturas altas ya que los microorganismos comienzan su actividad microbiana y se multiplican alterando las condiciones del medio haciéndolas más idóneas para otro grupo microbiano. Esta actividad implica procesos metabólicos que producen un marcado aumento de la temperatura. (Estela B. De Cario et al., 2001, p. 702)

Durante las tres semanas siguientes se identificó la fase termofílica del proceso, otorgando las temperaturas cumbre dentro de la descomposición, las cuales fueron para el Testigo de 33,1 °C, para el Tratamiento 1 de 35,8 °C, para el Tratamiento 2 de 43,6 °C y para el Tratamiento 3 de 42,8 °C, en el transcurso de esta etapa del proceso se realizaron los volteos de control cada vez que la temperatura descendía de los 30 °C.

Para la etapa de maduración del compost se registraron temperaturas bajas o equilibras llegando a una estabilización aproximada a la temperatura ambiente que oscila entre 12 y 15 °C. , de acuerdo a (Manual de Compostaje de Agricultor FAO, 2013, p. 24) esta fase es "un ciclo que en el método normal de descomposición permanece meses a temperatura ambiente, en donde se forman reacciones como la condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.", en nuestro trabajo de investigación se logró llegar a esta fase en menos tiempo por la intervención de los microorganismos eficientes adicionados, en donde el Tratamiento 2 (120 ml EM) y el Tratamiento 3 (180 ml EM) por la cantidad de EM activos fueron los que desarrollaron la etapa final en un menor tiempo.

3.2.2. *Medición Humedad*

Los registros de humedad controlada durante 3 veces al día (mañana- medio día – tarde) a cada tratamiento con sus respectivas réplicas, durante 7 semanas. (ANEXO J)

Tabla 3-3: Humedad promedio semanal de los tratamientos

SEMANAS	TESTIGO	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
Semana 1	55,1	52,2	53,1	52,0
Semana 2	54,9	51,0	51,9	52,2
Semana 3	48,8	52,2	54,2	50,5
Semana 4	44,8	54,0	50,7	51,8
Semana 5	44,2	52,2	52,3	52,3
Semana 6	43,2	53,6	54,9	52,6
Semana 7	42,8	51,6	52,6	52,6

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

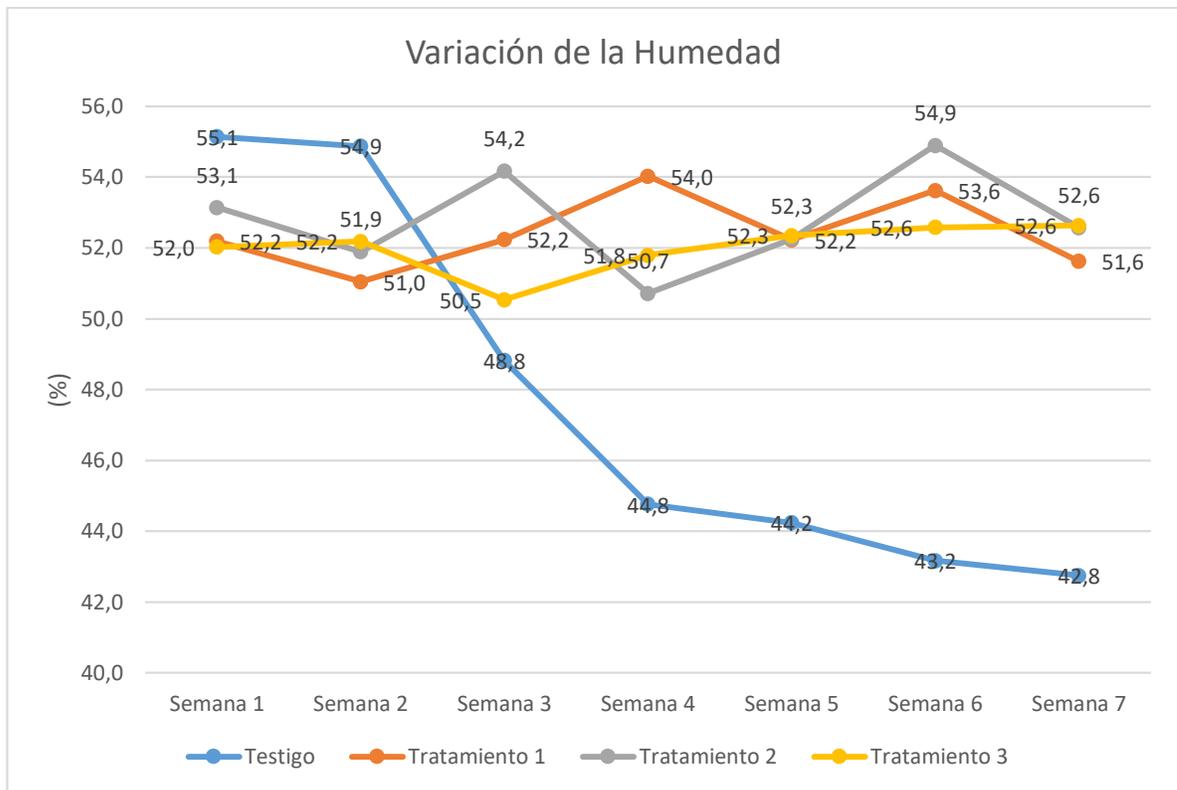


Gráfico 5-3: Variación de humedad en los tratamientos.

Realizado por: Karen Lara, 2017

Análisis y Discusión

Al registrar el porcentaje de Humedad durante los 56 días del proceso de compostaje se pudo determinar el comportamiento de la degradación en cada una de las composteras que albergaban los diferentes tratamientos de la investigación, y como lo indica el Gráfico 5-3, se llegó a obtener un valor final de 55,1% para el tratamiento testigo, 54,0% para el tratamiento 1, 54,9% para el tratamiento 2 y 52,6% para el tratamiento 3.

Dichos valores indican que el proceso de compostaje se desarrolló de una manera adecuada permitiendo que las composteras mantengas en la mayor parte del tiempo un adecuado porcentaje de agua para que los diferentes procesos metabólicos de los microorganismos tengan las condiciones necesarias para su óptimo rendimiento.

De acuerdo a (Miyatake y col., 2006), “la humedad de la masa de compostaje debe ser tal que el agua no llegue a ocupar totalmente los poros de dicha masa, para que permita la circulación tanto

del oxígeno (ya que el proceso debe desarrollarse en condiciones aerobias), como la de otros gases producidos en la reacción”. (Marquéz, et al., 2015)

Según (Marquéz, et al., 2015) citado en el artículo denominado “Factores que afectan al proceso de Compostaje” La humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre el 50-70%; la actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70% el agua desplaza al aire en los espacio libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis.

3.2.3. *Medición de pH*

Al iniciar el proceso de compostaje se registraron valores de pH ácidos, lo que se justifica por la presencia de materia frutal en la muestra homogenizada, a lo largo de las siete semanas y de las diferentes etapas de descomposición dichos valores fueron adquiriendo una naturaleza más neutra con tendencia a la alcalinidad, registrando valores ponderados estabilizados de 7,9 en la mayoría de los tratamientos. (ANEXO K)

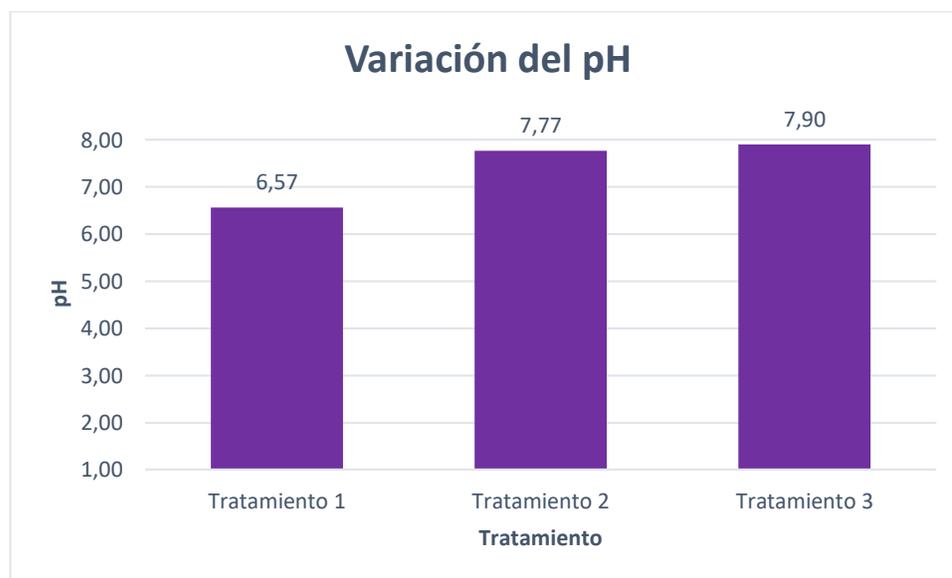


Gráfico 6-3: Valores promedio de pH.

Realizado por: Karen Lara, 2017

El Gráfico 6-3 indica los valores que fueron medidos en la etapa final del proceso de compostaje de los tres tratamientos utilizados, demostrando que para el tratamiento 1 el pH oscila en 6,57, mientras que para el tratamiento 2 el valor contenido es de 7,77 y para el tratamiento 3 fue de 7,90.

Podemos observar que los pH de los tratamientos tienen una descendencia ligera ya que su proceso va llegando a su etapa de finalización, por lo cual la temperatura también se va estableciendo de acuerdo con el MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST CON MICROORGANISMOS EFICACES elaborado por (APROLAB)-Perú, “la fase antes de la maduración es llamada etapa de enfriamiento en esta etapa la temperatura es menor de 60 °C, en donde los hongos termófilos actúan descomponiendo la celulosa. Mientras que cuando la temperatura es menor a 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.” (APROLAB, 2007, p. 3). Provocando de esta manera que el compostaje al pasar de los días concluya con éxito.

3.2.4. *Relación C/N – Etapa final*

Tabla 4-3: Relación C/N – Etapa final

RELACIÓN CARBONO - NITRÓGENO		
MUESTRA	C	N
T ₁	17,91	4,20
T ₂	17,42	9,80
T ₃	18,21	9,80
X ₁	17,77	2,80
X ₂	17,62	10,08
X ₃	17,93	9,52
Y ₁	17,83	3,36
Y ₂	17,97	9,52
Y ₃	18,14	7,84
Z ₁	18,00	8,40
Z ₂	18,17	5,04
Z ₃	18,26	6,16

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Fuente: Laboratorio de Servicios Ambientales - UNACH, 2017

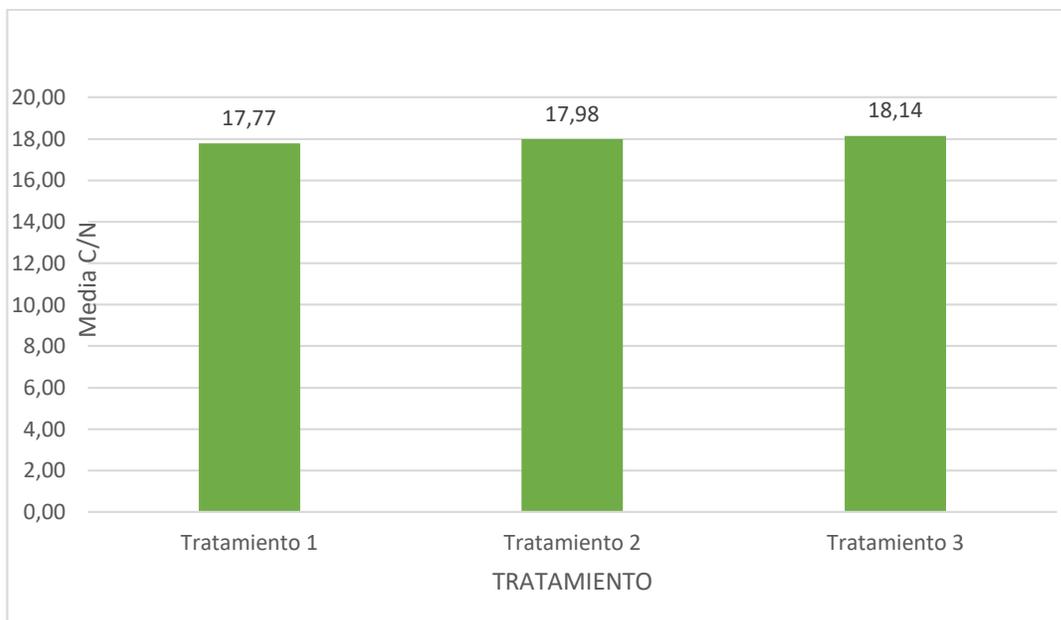


Gráfico 7-3: Valores promedio de la relación C/N.

Realizado por: Karen Lara, 2017

Análisis y Discusión

Para iniciar el proceso de compostaje se controló que la relación carbono nitrógeno se encuentre dentro de los valores límites permisibles para este tipo de procesos, el Manual de Compostaje del Agricultor determina que el rango aceptable para el inicio del proceso debe comprender entre 15:1 a 35:1, por lo cual gracias al análisis laboratorio (ver Anexo A) realizado a una muestra representativa para conocer sus condiciones iniciales, se determinó que la relación C/N era de 49,24.

Dicho valor demuestra que existe un exceso de carbono dentro de la muestra homogenizada de las composteras, pero no se excede en un alto porcentaje del límite máximo, por lo cual, con la ayuda de los microorganismos eficientes se pudo controlar este parámetro con el paso de los días entregando valores ponderados de C/N, como indica el Gráfico 7-3, de 17,77 para el Tratamiento 1, 17,98 para el Tratamiento 2 y de 18,14 para el Tratamiento 3, valores que se encuentra dentro del rango óptimo para el proceso de compostaje.

La relación C/N es uno de los parámetros que influye en la velocidad en la que se desarrolla el compostaje y en la pérdida de amonio del proceso.

Como nuestra relación C/N tiende a ser un valor alto de 49,24, no es un problema al momento de iniciar la técnica; ya que según (Marquéz, et al., 2015, pp. 5-6) “si la relación C/N es mayor que 40 la

actividad biológica disminuye y los microorganismos deben oxidar el exceso de carbono con la consiguiente ralentización del proceso, debido a la deficiente disponibilidad de N para la síntesis proteica de los microorganismos. Para eliminar el exceso de carbono (en forma de anhídrido carbónico) es necesaria la aparición sucesiva de diversas especies microbianas. Al morir estos microorganismos el nitrógeno contenido en su biomasa se recicla y la relación C/N tiende a disminuir.

(Marquéz, et al., 2015, p. 6) consideran que “la relación C/N ideal para un compost totalmente maduro es cercana a 10, similar a la del humus, pero en la práctica, se suele considerar que un compost es suficientemente estable o maduro cuando $C/N < 20$, por tanto, basados en esta bibliografía verificamos que nuestro compost en el tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3 llegaron a su madurez como lo indica el Gráfico 7-3.

3.2.5. Condiciones finales del compost obtenido

Después de 7 semanas de desarrollo del compostaje con residuos orgánicos originados en el mercado San Alfonso de Riobamba, y con el monitoreo adecuado de los factores que afectan al proceso se comparó los resultados finales con la Norma Chilena, como indica la siguiente tabla:

Tabla 5-3: Características finales del compost.

NORMA CHILENA	COMPOST FINAL
Olor: A bosque	Olor: A bosque
Humedad: no menor a 30%	Humedad: entre 40% y 50%
Relación C/N: entre 10 a 25	Relación C/N: entre 17 y 18
pH: 7.0 – 8.0	pH: 6.0 – 8.0
Temperatura: entre 20 a 70 °C	Temperatura: 22 a 40 °C

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

3.2.5. *Análisis Estadístico*

Se usó con la herramienta informática SPSS. La incidencia de las diferentes concentraciones aplicadas a los tres tratamientos en el tiempo de maduración.

Para contrastar la distribución de las variables se realizó en primer lugar la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para evaluar la normalidad y juntamente ANOVA de un factor eligiendo un valor de significancia de 0,05.

Tabla 6-3: Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra

		Temperatura	Humedad	pH	C/N
N		9	9	9	9
Parámetros uniformes ^{a,b}	Mínimo	14,0	44,8	6,4	17,62
	Máximo	25,1	58,1	8,5	18,26
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,541	,488	,238	,151
	Positivo	,541	,488	,175	,111
	Negativo	-,111	-,155	-,238	-,151
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,622	1,464	,714	,453
Sig. asintótica (bilateral)		,136	,284	,687	,986

a. La distribución de prueba es uniforme.

b. Se calcula a partir de datos.

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Al analizar las variables de estudio, se pudo determinar que el valor de significancia para cada variable era mayor a 0,05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, concluyendo que no existe diferencias significativas, es decir, que las variables poseen una distribución normal. Posteriormente se procede a realizar pruebas paramétricas para conocer la discordancia entre las variables de estudio.

Tabla 7-3: Prueba ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura	Entre grupos	159,716	2	79,858	84,456	,000
	Dentro de grupos	5,673	6	,946		
	Total	165,389	8			
Humedad	Entre grupos	258,127	2	129,063	115,350	,000
	Dentro de grupos	6,713	6	1,119		
	Total	264,840	8			
pH	Entre grupos	4,740	2	2,370	35,550	,000
	Dentro de grupos	,400	6	,067		
	Total	5,140	8			
C/N	Entre grupos	,206	2	,103	4,719	,001
	Dentro de grupos	,131	6	,022		
	Total	,337	8			

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Después de obtener los diferentes valores de significancia para las variables dependientes; Temperatura ($p=0,000$), Humedad ($p=0,000$), pH ($p=0,000$) y C/N ($p=0,001$), dichos valores al ser menores a 0,05 se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa de la investigación, lo que indica que las variables presentan diferencias significativas entre las diferentes concentraciones de microorganismos eficientes (EM), es decir, que el tipo de tratamiento aplicado infliere en los valores de temperatura, humedad, pH y relación C/N de una muestra.

Los resultados obtenidos durante el monitoreo de control de los parámetros como temperatura, humedad, pH, Relación C/N durante las siete semanas del proceso de compostaje determinaron que los tratamientos más eficientes para la aceleración de la degradación de materia orgánica fueron el tratamiento 2 que contaba con la adición de 120 ml de microorganismos eficientes, y el tratamiento 3 con la adición de 180 ml de microorganismos eficientes.

CONCLUSIONES

- Se demostró que los microorganismos eficientes ME son efectivos en la degradación de la materia orgánica ya que redujo el tiempo a 56 días de proceso, en las dosificaciones de 120 ml y 180 ml de EM mientras que con el método común este proceso de compostaje llega a desarrollarse a los 180 días.
- Para poder realizar el proceso de compostaje de una forma adecuada se caracterizó los desechos sólidos orgánicos de forma física; realizando una homogenización o mezcla, también reduciendo el tamaño de las partículas para obtener residuos con un diámetro no mayor a los 5 cm, se realizó un análisis de laboratorio inicial para conocer condiciones iniciales de la materia orgánica.
- Al realizar las distintas dosificaciones de los microorganismos eficientes dentro de las composteras se obtuvo que la dosis más eficiente dentro de los tres tratamientos fue de 180 ml, aunque se debe recalcar que los valores obtenidos en el tratamiento 2 con la adición de 120 ml de igual manera reflejan un buen rendimiento del proceso de compostaje. Por lo tanto, se puede establecer que la dosis óptima de microorganismos eficientes para la descomposición de la materia orgánica se encuentra dentro del rango de 120 a 180 ml.
- El tiempo de degradación de la materia orgánica que se encontraba dentro de las composteras con ausencia de microorganismos eficientes (testigo) fue de 56 días, lo que representa aproximadamente 7 semanas, dicho tiempo fue la base para conocer el porcentaje de reducción que concedían los 3 tratamientos que poseían la adición de los microorganismos eficientes, de los cuales se obtuvo que el tratamiento 1 con 60 ml de EM tuvo un tiempo de proceso de 40 días, el tratamiento 2 con 120 ml de EM con un tiempo de maduración de 28 días y el tratamiento 3 con 180 ml de EM reflejó un tiempo final de proceso de 18 días.
- Las características del compost final se compararon con la Normativa Chilena llamada Norma de Calidad de Compost, la misma que da como resultado un compost eficiente como se muestra en la tabla 5-3 Características finales del compost.

RECOMENDACIONES

- Se debe mantener un control exhaustivo en el parámetro de la temperatura para que los microorganismos posean las condiciones adecuadas para su crecimiento, desarrollo y función en los procesos metabólicos de degradación.
- En caso de que el estudio se realice en zonas de baja temperatura se puede hacer el uso de una geo membrana que cubra toda la compostera, la misma hará que el calor que ingrese por medio de la radiación solar no se disperse fácilmente en horas nocturnas y la temperatura permanezca estable durante un período de tiempo más extenso.
- Los volteos deben realizarse en ciclos de 5 días durante las primeras etapas del proceso de compostaje, para después realizarlos cada vez que la temperatura descienda de los 30 °C esto únicamente como factor de control para mantener una temperatura adecuada y estable para los microorganismos.
- Se recomienda tomar en consideración reducir el uso de material frutal dentro de los residuos orgánicos para la elaboración del compost ya que el mismo posee propiedades ácidas que hacen que el proceso de compostaje inicie con valores bajos del potencial de hidrógeno, lo que se puede remediar usando fuentes altas en azúcar como melaza.
- Para los procesos de medición y monitoreo de los parámetros de control, se recomienda el uso de equipos adecuadamente calibrados y un tiempo considerable de espera antes de la lectura de los valores.

BIBLIOGRAFÍA

ABELLÁN, J. *Manual de compostaje* [En línea] 2009. Disponible en: http://www.resol.com.br/cartilhas/manual_de_compostaje.pdf Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. [Último acceso: 12 01 2018].

ADMINMICRO. *Microbióta: Simbiosis y Microorganismos Regenerativos.* [En línea] 2014. Disponible en: <http://www.microbotica.es/em-cinco-grupos-microorganismos/> [Último acceso: 15 01 2018].

AGROWASTE. *Compostaje.* [En línea] 2013. Disponible en: <http://www.agrowaste.eu/wp-content/uploads/2013/02/COMPOSTAJE.pdf> [Último acceso: 12 12 2017].

APROLAB. *Manual para la produccion de compost con EM.* [En línea] 2007. Disponible en: http://www.manual_para_elaboracion_de_compost.pdf.com [Último acceso: 20 12 2017].

BRADY. *Materia Organica.* [En línea] 1984. Disponible en: http://www.ujaen.es/huesped/pidoceps/telav/fundespec/materia_organica.htm [Último acceso: 21 12 2017].

BUSTOS, C. La problemática de los desechos sólidos. *The solid waste problem*, 2009, pp. 122-123.

CHACHA, D. & ENRIQUEZ.. *Gestion integral de desechos sólidos en la cabecera parroquial de Punín, Canton Riobamba, Provincia de Chimborazo 2014.* [En línea] 2015 Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/813> [Último acceso: 10 01 2018].

EFFECTIVE MICROORGANISMS (ME), *Portal Oficial de la Tecnologia EM en América Latina..* [En línea] Disponible en: www.agearthecuador.org

EMPROTEC. *Guia de la tecnologia de EM.* [En línea] 2016. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Boletin%20Tecnologia>

[%20%20EM.pdf](#)

[Último acceso: 30 11 2017].

ESTELA B. DE CARIO et al... Estudio de la población microbiana en las etapas iniciales del compostaje. *Revista Ceres*, 131(78), 2001, p. 12.

HIGA, T. & PARRA, J. *Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment*. Atami, Japan: International Nature Farming Research Center. 1994.

INFOAGRO. *El Compostaje.* [En línea] 2017.

Disponible en: <http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/Compostaje.pdf>

JARAMILLO, G. Y. Z. L. *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia.* [En línea] 2008

Disponible en: <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Aprressolorgco.pdf>

MANUAL DE COMPOSTAJE DE AGRICULTOR FAO. Román P, Martínez M y Pantoja A.. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, 2013. p. 28.

MARQUÉZ, P., DÍAZ, M. & CABRERA F. *Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica. Universidad de Huelva.* [En línea] 2015

Disponible en: <https://www.uhu.es/departamentos/diqqfgo.htm>

[Último acceso: 10 12 2017].

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO-CHILE. *Manual de Compostaje.* [En línea] 2008.

Disponible en: file:///C:/Users/PC/Desktop/manual_de_compostajeenviarr%20email.pdf

PROGRAMA PASE. *Manual para la producción de Compost con Microorganismos Eficientes.* [En línea] 2007.

Disponible en: http://www.manual_para_elaboracion_de_compost.pdf.com

[Último acceso: 12 01 2018].

RIERA, Vanesa. *Optimización de los residuos generados en el proceso de faenamiento del ganado en el camal del cantón Chunchi provincia de Chimborazo mediante el proceso de compostaje para su comercialización.* [En línea] 2016

Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4961/1/236T0208.pdf>

[Último acceso: 20 11 2017].

ROMÁN, P. *Manual de Compostaje del Agricultor.* [En línea] 2013.
Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

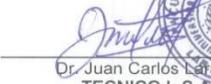
SANGAKARA, U. The technology of Effective Microorganisms- Case studies of application.
Royal Agricultura College, Cirencester, UK, 2002, p. 1.

VEGA, J., *Evaluación de microorganismos nativos en el proceso de degradación de materia orgánica en compostaje del relleno sanitario en el GAD del cantón de la Joya de los Sachas.* [En línea] 2016.
Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4949/1/236T0199.pdf>.
[Último acceso: 16 12 2017].

WEBMASTER, *Microorganismos Eficientes (EM).* [En línea] 2009.
Disponible en:
http://www.laganaderia.org/15/index.php?view=article&catid=1%3Atimas&id=114%3Amicroorganismos-eficientes&format=pdf&option=com_content&Itemid=41

ANEXOS

Anexo A: Análisis de laboratorios inicial

	LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES																																	
INFORME DE ANALISIS																																		
NOMBRE: Karen Lara	INFORME N°: 028 – 17																																	
	N° SE: 028-17																																	
EMPRESA: Proyecto de Tesis ESPOCH																																		
DIRECCIÓN: Berna y Roma																																		
TELÉFONO: 032626193	FECHA DE RECEPCIÓN: 06- 12 -17	FECHA DE INFORME: 12- 12 -17																																
NÚMERO DE MUESTRAS: 1																																		
TIPO DE MUESTRA: Biomasa																																		
IDENTIFICACIÓN:																																		
MS – 081-17																																		
El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.																																		
RESULTADOS DE ANÁLISIS																																		
MS-081-17																																		
<table border="1"><thead><tr><th>PARÁMETROS</th><th>UNIDADES</th><th>MÉTODO/PROCEDIMIENTO</th><th>RESULTADO</th></tr></thead><tbody><tr><td>pH</td><td>-</td><td>STANDARD METHODS 4500 - H B</td><td>4,12</td></tr><tr><td>Conductividad</td><td>us/cm</td><td>EPA 9045 C</td><td>765</td></tr><tr><td>Nitrógeno total</td><td>%</td><td>METODO INTERNO KJELDAHL</td><td>12,39</td></tr><tr><td>Carbono</td><td>%</td><td>METODO INTERNO</td><td>49,24</td></tr><tr><td>Humedad</td><td>%</td><td>GRAVIMETRIA INTERNO</td><td>84,89</td></tr><tr><td>Temperatura</td><td>°C</td><td>STANDARD METHODS 2550 B</td><td>23,1</td></tr><tr><td>Materia Orgánica</td><td>%</td><td>METODO INTERNO</td><td>87,95</td></tr></tbody></table>	PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	pH	-	STANDARD METHODS 4500 - H B	4,12	Conductividad	us/cm	EPA 9045 C	765	Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	12,39	Carbono	%	METODO INTERNO	49,24	Humedad	%	GRAVIMETRIA INTERNO	84,89	Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	23,1	Materia Orgánica	%	METODO INTERNO	87,95		
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO																															
pH	-	STANDARD METHODS 4500 - H B	4,12																															
Conductividad	us/cm	EPA 9045 C	765																															
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	12,39																															
Carbono	%	METODO INTERNO	49,24																															
Humedad	%	GRAVIMETRIA INTERNO	84,89																															
Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	23,1																															
Materia Orgánica	%	METODO INTERNO	87,95																															
RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:																																		
Dr. Juan Carlos Lara R. Benito Mendoza T., Ph.D.																																		
  Dr. Juan Carlos Lara R. TECNICO L.S.A.																																		
<small>-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestrat(s) analizada(s). -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.</small>																																		
Página 1 de 1	FMC2101-01																																	
<small>L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.</small>																																		

Anexo B: Proceso de recolección y transporte de los residuos

	
<p><i>Ubicación de los contenedores</i></p>	<p><i>Recolección y Transporte de los Residuos</i></p>

Realizado por: Karen Lara 2017

Anexo C: Homogenización y pesaje de los residuos orgánicos

	
<p><i>Homogenización del material orgánico</i></p>	<p><i>Pesaje de los residuos homogenizados</i></p>

Realizado por: Karen Lara 2017

Anexo D: Adecuación de la zona de estudio

	
<p><i>Construcción de las composteras</i></p>	<p><i>Microorganismo Eficientes (1L)</i></p>

Realizado por: Karen Lara 2017

Anexo E: Caracterización de los residuos sólidos recolectados

	
<p><i>Separación por componentes</i></p>	<p><i>Homogenización de residuos</i></p>

Realizado por: Karen Lara 2017

Anexo F: Dosificación y aplicación de los microorganismos eficientes



Dosificación de los microorganismos



Adición de los microorganismos a la muestra

Realizado por: Karen Lara 2017

Anexo G: Control de variables



Proceso de volteo



Medición y recolección de parámetros

Realizado por: Karen Lara 2017

Anexo H: Análisis de laboratorio finales



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Karen Lara

INFORME N°: 020 - 17

N° SE: 020-17

EMPRESA: Proyecto de Tesis ESPOCH

DIRECCIÓN: Berna y Roma

FECHA DE RECEPCIÓN: 26- 09 -17

TELÉFONO: 032626193

FECHA DE INFORME: 03- 10 -17

NÚMERO DE MUESTRAS: 12

TIPO DE MUESTRA: Compost

IDENTIFICACIÓN:

MS - 050-17	Muestra 1
MS - 051-17	Muestra 2
MS - 052-17	Muestra 3
MS - 053-17	Muestra 4
MS - 054-17	Muestra 5
MS - 055-17	Muestra 6
MS - 056-17	Muestra 7
MS - 057-17	Muestra 8
MS - 058-17	Muestra 9
MS - 059-17	Muestra 10
MS - 060-17	Muestra 11
MS - 061-17	Muestra 12

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADOS DE ANÁLISIS

MS-050-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	4,20
Carbono	%	METODO INTERNO	17,91

MS-051-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	9,80
Carbono	%	METODO INTERNO	17,42

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 3

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.





LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



MS-052-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	9,80
Carbono	%	METODO INTERNO	18,21

MS-053-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	2,80
Carbono	%	METODO INTERNO	17,77

MS-054-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	10,08
Carbono	%	METODO INTERNO	17,62

MS-055-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	9,52
Carbono	%	METODO INTERNO	17,93

MS-056-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	3,36
Carbono	%	METODO INTERNO	17,83

MS-057-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	9,52
Carbono	%	METODO INTERNO	17,97

MS-058-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	7,84
Carbono	%	METODO INTERNO	18,14

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 2 de 3

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.





LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



MS-059-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	8,40
Carbono	%	METODO INTERNO	18,00

MS-060-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	5,04
Carbono	%	METODO INTERNO	18,17

MS-061-17

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Nitrógeno total	%	METODO INTERNO KJELDAHL	6,16
Carbono	%	METODO INTERNO	18,26

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara R.
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Anexo I: Temperaturas Promedio de los Tratamientos.

Temperatura promedio Tratamiento Testigo (ausencia de EM)

TEMPERATURA (°C) TESTIGO									
	Semana 1								TEMPERATURA PROMEDIO (°C)
	30-jul	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	
08h00	17	16,7	17,2	16,8	17,2	17,2	17,7	18	17,2
12h00	20,7	20,7	21,2	21	20,8	20,5	20,9	21	20,9
17h00	25,7	26	25,7	25,7	26	26	24,5	26,3	25,7
									21,3
	Semana 2								
	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	
08h00	23,8	23,8	23,6	23,8	22,8	20,1	22,8	21,3	22,8
12h00	28,9	28,9	30,3	28,9	30,3	30,3	30,3	28,6	29,6
17h00	30,8	33,2	30,7	30,8	31,2	33,2	30,8	32,1	31,6
									28
	Semana 3								
	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	
08h00	22,2	22,9	25,5	23,2	24,0	25,3	24,1	25,3	24,1
12h00	30,4	31,7	32,0	29,9	32,0	31,7	30,8	30,7	31,2
17h00	34,1	33,1	35,8	33,6	34,7	36,0	34,4	32,1	34,2
									29,8
	Semana 4								
	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	
08h00	25,5	29,9	31,6	28,9	26,4	30,4	24,2	32,4	28,7
12h00	33,1	36,7	34,4	32,7	33,8	34,7	34,1	34,6	34,3
17h00	36,4	35,3	38,6	35,1	35,3	37,5	35,6	36,7	36,3
									33,1
	Semana 5								
	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	
08h00	23,1	22,7	20,3	21,6	20,3	23,2	22,9	21,5	22
12h00	28,6	29,9	30,0	28,1	31,1	28,6	29,4	30,0	29,5
17h00	32,8	31,4	34,1	32,4	33,6	34,0	33,6	34,7	33,3
									28,2
	Semana 6								
	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	
08h00	18,5	17,7	18,5	19,1	19,2	19,2	20	20	19
12h00	20,9	20,9	21,3	22,4	21,4	21,4	21,2	21,2	21,3
17h00	24,5	24,5	25,3	26,2	26,6	26,6	26,6	26,6	25,9
									22,1
	Semana 7								
	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	

08h00	18,3	18,3	19,7	14,2	11,5	11,5	12,1	12	14,7
12h00	15,5	15,5	17,7	17,5	17,5	14,6	13,2	14	15,7
17h00	17,1	17,3	16,5	17	16,8	16,8	15	16,2	16,6
									15,7

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Temperatura promedio – Tratamiento 1 (Adición de 60 ml de microorganismos eficientes)

TEMPERATURA (°C)									
	Semana 1								T. PROMEDIO (°C)
	30-jul	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	
08h00	14,5	14	14,7	14,9	14,9	14,9	15,5	17,2	15,1
12h00	22,7	22,7	22,7	23	23	23	23	23,2	22,9
17h00	27,5	27	27,7	27,8	27,6	27,6	27,6	27,7	27,6
									21,8
	Semana 2								
	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	
08h00	22,7	22,7	23,3	23,3	24,1	24,1	23,6	18,3	22,8
12h00	27,5	27,5	27,5	26,9	27,4	27,4	26,3	27,2	27,2
17h00	26,3	27,3	27,2	28	27,9	27,9	26,5	27	27
									25,8
	Semana 3								
	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	
08h00	32,5	30,5	34,1	33,8	33,7	33,7	35,2	35,2	34
12h00	38,0	38,0	38,8	41,4	40,2	40,2	40,6	40,6	39,7
17h00	42,6	42,6	42,8	42,5	42,4	42,4	42,4	42,4	42,5
									38,6
	Semana 4								
	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	
08h00	42,7	42,7	43,3	43,3	44,1	44,1	43,6	38,3	42,8
12h00	47,5	47,5	47,5	46,9	47,4	47,4	46,3	47,2	47
17h00	46,3	47,3	47,2	48,0	47,9	47,9	46,5	47,0	47
									45,8
	Semana 5								
	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	
08h00	14,3	15,1	17,5	13,7	14,1	16,5	15,4	17,3	15,5
12h00	22,5	24	22,9	21,5	23,2	24,8	23,6	20,5	22,9
17h00	26,4	28,6	27,1	26,7	26,7	27,5	28,1	26,7	27,2
									21,9
	Semana 6								
	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	
08h00	13,1	13,8	12,9	15,6	12,9	13,7	15,0	13,6	13,8

12h00	14,0	15,3	13,4	13,3	14,7	13,2	13,4	14,5	14,0
17h00	14,6	13,2	13,6	14,7	15,5	13,0	15,4	12,8	14,1
									14,0
	Semana 7								
	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	
08h00	14,6	12,8	15,0	15,0	11,9	14,8	12,3	12,3	14
12h00	12,7	11,5	13,5	12,2	14,7	13,9	12,9	13,7	13,1
17h00	14,0	14,7	13,3	12,8	13,1	12,4	12,9	14,8	13,5
									13,4

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Temperatura promedio- Tratamiento 2 (Adición de 120 ml de microorganismos eficientes)

TEMPERATURA (°C)									
	Semana 1								T. PROMEDIO (°C)
	30-jul	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	
08h00	13,6	13,5	14,3	14,7	14,7	14,7	14,7	16,5	14,6
12h00	24,5	24,5	24,5	25,2	25,2	25,2	25,2	25,5	25,0
17h00	27,3	27,3	27,3	27,4	27,4	27,4	27,4	28,0	27,4
									22,3
	Semana 2								
	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	
08h00	36,8	34,7	38,1	38,5	38,2	38,2	40,0	40,0	38
12h00	45,2	45,2	45,0	45,6	45,6	45,6	45,3	45,3	45,4
17h00	47,4	47,4	47,4	47,7	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4
									43,6
	Semana 3								
	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	
08h00	33,7	33,7	35,3	35,4	34,5	34,5	32,3	26,0	33,2
12h00	35,5	35,5	36,0	35,8	35,5	35,5	35,2	35,4	35,6
17h00	24,6	36,0	36,2	36,0	35,1	35,1	35,0	41,0	34,9
									34,5
	Semana 4								
	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	
08h00	13,6	13,6	18,0	13,6	14,0	12,9	14,0	12,3	14,0
12h00	24,2	24,2	25,3	24,2	25,3	25,1	25,3	24,1	24,7
17h00	29,2	29,0	29,4	29,2	25,3	26,5	29,2	28,6	28,3
									22,3
	Semana 5								
	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	
08h00	13,8	13,7	14,5	13,5	12,5	12,5	12,8	12,8	13,3

12h00	12,9	14,9	14,6	14,6	14,5	12,6	13,2	13,2	13,8
17h00	15,1	15,1	13,6	14,6	14,9	13,0	12,9	14,7	14,2
									13,8
	Semana 6								
	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	
08h00	12,7	12,3	14,9	14,5	14,5	14,4	14,3	12,9	13,8
12h00	13,9	13,7	12,9	12,4	12,4	13,5	12,9	15,0	13,3
17h00	12,6	14,9	12,7	14,1	14,2	13,0	14,7	13,3	13,7
									13,6
	Semana 7								
	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	
08h00	12,3	14,0	12,9	13,2	14,4	14,3	11,9	13,7	13
12h00	12,0	13,3	12,5	13,5	11,9	12,9	13,3	13,9	12,9
17h00	12,0	14,0	15,1	13,8	14,9	14,1	12,1	14,5	13,8
									13,4

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Temperatura promedio-Tratamiento 3 (Adición de 180 ml de microorganismos eficientes)

TEMPERATURA (°C)									
	Semana 1								T. PROMEDIO (°C)
	30-jul	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	
08h00	25,1	25,1	27,0	25,1	22,8	21,8	22,8	26,6	24,5
12h00	34,6	34,6	32,1	34,6	34,7	31,8	32,1	33,0	33,4
17h00	38,5	39,0	38,7	38,5	33,0	35,3	38,5	37,4	37,3
									31,8
	Semana 2								
	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	
08h00	35,0	34,7	37,6	38,2	38,2	38,2	39,0	39,0	37
12h00	44,0	44,0	44,4	44,4	44,9	44,9	45,0	45,0	44,6
17h00	46,0	46,0	46,0	46,5	46,3	46,3	46,3	46,3	46,2
									42,8
	Semana 3								
	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	
08h00	31,9	31,9	33,3	34,2	35,0	35,0	31,9	24,1	32,2
12h00	32,9	32,9	34,0	34,3	34,0	34,0	33,7	34,0	33,7
17h00	24,9	34,1	34,4	34,0	34,0	34,0	34,0	36,0	33,2
									33
	Semana 4								
	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	
08h00	16,1	16,1	18	16,1	13,8	12,8	13,8	17,6	15,5

12h00	25,6	25,6	23,1	25,6	25,7	22,8	23,1	24,0	24,4
17h00	29,5	30	29,7	29,5	24	26,3	29,5	28,4	28,3
									22,8
	Semana 5								
	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	
08h00	14,3	15,3	15,8	13,5	13,1	12,2	12,8	15,6	14,1
12h00	13,1	15,1	12,3	14,3	13,5	15,1	14,3	15,2	14,1
17h00	14,8	13,1	15,3	13,9	13,3	13,0	14,8	15,5	14,2
									14,1
	Semana 6								
	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	
08h00	14,5	12,5	15,6	13,0	14,1	14,2	14,6	15,1	14
12h00	12,8	14,4	14,4	12,7	12,1	14,3	15,5	13,4	13,7
17h00	13,5	15,3	13,5	12,3	15,5	14,7	15,5	13,3	14,2
									14,0
	Semana 7								
	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	
08h00	12,4	14,1	12,3	15,6	13,5	15,2	12,8	13,3	13,6
12h00	14,7	14,8	15,5	12,2	15,7	15,5	13,3	12,5	14,3
17h00	13,7	13,5	13,8	12,8	13,6	12,7	14,9	12,2	13,4
									13,8

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Anexo J: Humedades Promedio de los Tratamientos.

Humedad promedio – Testigo (ausencia de EM)

HUMEDAD (%)									
	Semana 1								HUMEDAD PROMEDIO (%)
	30-jul	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	
08h00	61	62	65	66	66	60	64,3	65	63,8
12h00	51	51	53	55	55	55	58	55	54,2
17h00	45	46	48	49	50	46	47	48	47,5
									55,1
	Semana 2								HUMEDAD PROMEDIO (%)
	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	
08h00	65	64	64	64	64	64	64	65	64,5
12h00	52	52	52	52	52	52	52	60	53,0
17h00	48	47	47	47	47	47	47	47	47,1
									54,9
	Semana 3								HUMEDAD PROMEDIO (%)
	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	

08h00	37	45	42	42	42	45	51	45	43,7
12h00	40	45	39	32	37	52	46	52	43,0
17h00	48	66	60	61	56	65	61	62	59,8
									48,8
Semana 4									
	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	
08h00	40	45	45	45	42	42	42	40	42,8
12h00	51	52	51	52	40	41	40	51	47,3
17h00	63	44	42	38	40	41	40	46	44,2
									44,8
Semana 5									
	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	
08h00	41	44	40	42	45	47	46	40	43,1
12h00	51	52	40	53	38	40	41	52	45,8
17h00	62	46	38	39	40	36	41	48	43,8
									44,2
Semana 6									
	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	
08h00	40	41	39	35	41	40	44	51	41,4
12h00	43	49	42	40	38	46	46	40	43,0
17h00	58	51	40	43	49	41	42	37	45,1
									43,2
Semana 7									
	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	
08h00	51	49	40	43	47	49	41	47	45,9
12h00	40	42	38	41	49	36	43	40	41,1
17h00	38	37	46	37	41	52	40	39	41,3
									42,8

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Humedad promedio – Tratamiento 1 (Adición de 60 ml de microorganismos eficientes)

HUMEDAD (%)									
	Semana 1								H. PROMEDIO (%)
	30-jul	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	
08h00	59	59	49	46	54	59	48	51	53,1
12h00	57	53	59	53	51	58	60	47	54,7
17h00	54	54	50	48	58	56	51	59	53,8
									53,9
	Semana 2								
	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	
08h00	46	48	46	47	46	58	48	52	48,8

12h00	57	54	58	57	50	48	58	46	53,5
17h00	54	53	47	52	55	46	53	46	50,8
									51,0
	Semana 3								
	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	
08h00	50	58	46	48	45	52	56	60	51,9
12h00	48	48	46	53	57	57	52	48	51,2
17h00	46	55	54	52	57	57	50	58	53,6
									52,2
	Semana 4								
	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	
08h00	56	59	56	54	59	56	60	53	56,7
12h00	46	60	57	55	49	49	50	58	53,0
17h00	53	58	51	50	57	50	50	50	52,4
									54,0
	Semana 5								
	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	
08h00	50	51	48	48	51	53	52	58	51,4
12h00	53	53	57	51	58	50	53	59	54,3
17h00	53	57	46	48	48	52	46	57	51,0
									52,2
	Semana 6								
	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	
08h00	56	58	58	46	58	50	59	50	54,5
12h00	47	53	53	60	59	59	54	52	54,4
17h00	55	54	51	57	48	49	55	47	51,9
									53,6
	Semana 7								
	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	
08h00	45	46	50	46	54	46	45	48	47,5
12h00	49	53	55	56	53	53	59	54	54,1
17h00	57	49	53	49	58	60	52	49	53,3
									51,6

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Humedad promedio- Tratamiento 2 (Adición de 120 ml de microorganismos eficientes)

HUMEDAD (%)									
	Semana 1								H. PROMEDIO (%)
	30-jul	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	
08h00	58	50	56	53	59	55	49	55	54,3

12h00	58	53	58	47	53	54	49	51	52,8
17h00	60	47	49	59	45	50	59	49	52,3
									53,1
	Semana 2								
	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	
08h00	54	51	56	51	47	58	49	46	51,4
12h00	56	48	48	52	49	51	54	54	51,5
17h00	57	53	50	48	49	60	50	56	52,8
									51,9
	Semana 3								
	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	
08h00	58	45	55	59	48	48	52	55	52,5
12h00	54	57	52	57	58	57	55	51	54,9
17h00	58	59	56	58	48	53	48	59	55,1
									54,2
	Semana 4								
	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	
08h00	52	46	48	55	46	45	58	58	51,1
12h00	58	49	47	46	46	60	50	49	50,6
17h00	47	49	53	50	49	57	46	53	50,5
									50,7
	Semana 5								
	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	
08h00	57	46	59	57	51	51	47	46	51,6
12h00	51	58	48	60	48	47	59	54	52,9
17h00	55	54	47	46	60	50	55	50	52,2
									52,3
	Semana 6								
	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	
08h00	52	47	58	50	57	59	49	60	54,0
12h00	53	59	59	55	50	57	48	59	55,2
17h00	58	48	60	58	55	54	53	57	55,5
									54,9
	Semana 7								
	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	
08h00	56	57	47	50	55	55	49	59	53,6
12h00	49	56	56	50	50	54	52	52	52,4
17h00	52	50	51	49	53	59	49	51	51,7
									52,6

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

Humedad promedio-Tratamiento 3 (Adición de 180 ml de microorganismos eficientes)

HUMEDAD (%)									
	Semana 1								H. PROMEDIO (%)
	30-jul	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	
08h00	53	58	55	55	47	58	51	49	53,2
12h00	54	50	59	47	54	53	57	49	52,9
17h00	49	50	48	49	52	50	54	50	50,0
									52,0
	Semana 2								
	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	
08h00	54	60	56	46	45	56	47	52	52,0
12h00	58	49	59	47	48	48	52	51	51,5
17h00	56	57	46	54	55	54	53	50	53,1
									52,2
	Semana 3								
	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	
08h00	46	49	46	54	56	52	52	47	50,1
12h00	51	53	46	57	59	51	45	48	51,2
17h00	50	49	57	49	51	55	45	47	50,3
									50,5
	Semana 4								
	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	
08h00	55	58	47	50	47	49	50	53	51,0
12h00	50	54	58	55	50	50	52	56	53,0
17h00	53	54	46	57	52	50	52	46	51,4
									51,8
	Semana 5								
	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	
08h00	50	55	48	53	49	48	60	60	52,8
12h00	47	48	54	51	52	55	57	54	52,4
17h00	57	55	53	46	48	45	58	54	51,8
									52,3
	Semana 6								
	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	
08h00	48	50	51	55	49	59	47	58	52,3
12h00	52	54	51	48	59	53	48	54	52,4
17h00	52	50	58	53	56	51	47	57	53,1
									52,6
	Semana 7								
	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	

	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	
08h00	8,6	8,6	8,2	8,7	8,9	8,9	8,6	8,9	8,7
12h00	8,7	8,7	8,5	8,9	8,8	8,6	8,2	8,6	8,6
17h00	8,8	8,5	8,9	8,3	8,9	8,7	8,7	8,8	8,7
									8,7
Semana 7									
	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	
08h00	8,9	8,7	8,6	8,7	8,7	8,9	8,5	8,6	8,7
12h00	8,9	8,6	8,8	8,9	8,8	8,8	8,9	8,7	8,8
17h00	8,8	8,7	8,9	8,6	8,9	8,9	8,7	8,8	8,8
									8,8

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

pH promedio - Tratamiento 1 (Adición de 60 ml de microorganismos eficientes)

pH									
	Semana 1								pH PROMEDIO
	30-jul	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	
08h00	4,0	4,4	5,1	5,6	5,2	5,9	6,9	7,4	5,6
12h00	4,9	4,6	5,0	5,7	5,1	5,9	6,8	7,8	5,7
17h00	4,0	4,2	5,6	5,2	5,6	6,3	7,3	7,9	5,8
									5,7
Semana 2									
	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	
08h00	7,8	7,7	7,5	7,8	7,7	7,9	7,4	7,4	7,6
12h00	7,4	7,7	7,2	7,0	7,0	7,4	7,5	7,5	7,3
17h00	7,6	7,0	7,1	7,2	7,3	7,3	7,1	7,7	6,4
									7,1
Semana 3									
	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	
08h00	7,9	7,7	7,8	8,0	7,9	8,3	8,4	8,9	8,1
12h00	7,8	7,6	7,8	8,1	8,0	8,5	8,6	8,7	8,1
17h00	7,7	7,7	7,6	8,0	8,3	8,1	8,7	8,8	8,1
									8,1
Semana 4									
	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	
08h00	8,7	8,6	8,4	8,4	8,4	8,9	8,6	8,5	8,6
12h00	8,8	8,6	8,3	8,2	8,2	8,3	8,4	8,3	8,4
17h00	8,6	8,7	8,1	8,3	8,5	8,2	8,2	8,7	8,4
									8,5
Semana 5									

	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	
08h00	8,3	8,2	8,2	8,1	8,6	8,1	8,5	8,2	8,3
12h00	8,4	8,5	8,2	8,4	8,3	8,4	8,4	8,2	8,3
17h00	8,4	8,1	8,6	8,1	8,5	8,3	8,4	8,3	8,3
									8,3
Semana 6									
	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	
08h00	8,4	8,4	8,3	8,3	8,2	8,6	8,3	8,2	8,4
12h00	8,2	8,3	8,4	8,5	8,3	8,5	8,4	8,1	8,3
17h00	8,4	8,2	8,6	8,2	8,6	8,5	8,3	8,4	8,4
									8,4
Semana 7									
	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	
08h00	8,4	8,2	8,6	8,2	8,3	8,2	8,4	8,6	8,4
12h00	8,6	8,5	8,2	8,2	8,2	8,6	8,2	8,2	8,3
17h00	8,4	8,3	8,5	8,2	8,1	8,4	8,2	8,5	8,3
									8,3

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

pH promedio - Tratamiento 2 (Adición de 120 ml de microorganismos eficientes)

pH									
	Semana 1								pH PROMEDIO
	30-jul	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	
08h00	4,0	5,0	5,2	5,9	7,1	7,6	6,7	7,9	6,2
12h00	4,4	5,1	5,8	6,0	6,8	7,2	7,0	7,8	6,3
17h00	4,5	5,0	5,6	6,3	6,9	7,5	7,5	8,0	6,4
									6,3
Semana 2									
	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	
08h00	8,5	8,5	8,2	8,3	8,4	8,4	8,4	8,3	8,4
12h00	8,6	8,4	8,6	8,5	8,3	8,4	8,6	8,5	8,5
17h00	8,2	8,4	8,4	8,4	8,2	8,4	8,4	8,4	8,3
									8,4
Semana 3									
	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	
08h00	8,1	8,5	8,5	8,5	8,2	8,5	8,5	8,6	8,4
12h00	8,2	8,4	8,2	8,1	8,4	8,2	8,4	8,6	8,3
17h00	8,5	8,5	8,1	8,3	8,5	8,4	8,2	8,4	8,4
									8,4
Semana 4									

	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	
08h00	8,3	8,3	8,5	8,2	8,5	8,5	8,6	8,4	8,4
12h00	8,2	8,2	8,5	8,5	8,5	8,4	8,5	8,3	8,4
17h00	8,4	8,1	8,3	8,3	8,4	8,5	8,5	8,4	8,4
									8,4
Semana 5									
	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	
08h00	8,3	8,3	8,1	8,3	8,3	8,4	8,4	8,5	8,3
12h00	8,3	8,4	8,2	8,1	8,3	8,2	8,5	8,3	8,3
17h00	8,2	8,5	8,1	8,4	8,2	8,3	8,3	8,2	8,3
									8,3
Semana 6									
	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	
08h00	8,4	8,1	8,2	8,5	8,4	8,4	8,6	8,2	8,3
12h00	8,5	8,4	8,3	8,3	8,2	8,5	8,3	8,6	8,4
17h00	8,5	8,1	8,4	8,4	8,5	8,3	8,4	8,2	8,4
									8,4
Semana 7									
	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	
08h00	8,4	8,5	8,2	8,6	8,5	8,3	8,2	8,6	8,4
12h00	8,3	8,6	8,2	8,4	8,4	8,1	8,4	8,3	8,3
17h00	8,2	8,5	8,3	8,5	8,1	8,1	8,3	8,4	8,3
									8,4

Realizado por: Karen Lara Y, 2017

pH promedio -Tratamiento 3 (Adición de 180 ml de microorganismos eficientes)

pH									
Semana 1									pH PROMEDIO
	30-jul	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	
08h00	4,4	5,0	5,9	6,0	6,6	7,5	7,7	8,1	6,4
12h00	4,9	5,1	5,8	6,3	6,6	7,6	7,9	8,2	6,5
17h00	4,5	5,5	5,6	6,5	7,0	7,4	8,0	8,0	6,6
									6,5
Semana 2									
	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	
08h00	8,5	8,2	8,5	8,4	8,2	8,4	8,4	8,6	8,4
12h00	8,2	8,4	8,4	8,4	8,2	8,2	8,5	8,5	8,3
17h00	8,3	8,5	8,4	8,5	8,2	8,2	8,2	8,2	8,3
									8,4
Semana 3									

	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	
08h00	8,2	8,2	8,6	8,1	8,5	8,2	8,1	8,5	8,3
12h00	8,3	8,3	8,2	8,2	8,3	8,6	8,4	8,1	8,3
17h00	8,1	8,1	8,3	8,4	8,3	8,2	8,5	8,5	8,3
									8,3
	Semana 4								
	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	
08h00	8,3	8,3	8,1	8,3	8,3	8,1	8,4	8,1	8,2
12h00	8,2	8,4	8,5	8,2	8,5	8,5	8,6	8,3	8,4
17h00	8,6	8,6	8,4	8,5	8,4	8,5	8,3	8,4	8,5
									8,4
	Semana 5								
	31-ago	01-sep	02-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	
08h00	8,5	8,3	8,3	8,5	8,3	8,4	8,5	8,5	8,4
12h00	8,4	8,2	8,2	8,4	8,5	8,4	8,4	8,2	8,4
17h00	8,3	8,3	8,2	8,5	8,6	8,2	8,4	8,5	8,4
									8,4
	Semana 6								
	08-sep	09-sep	10-sep	11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	
08h00	8,4	8,3	8,2	8,6	8,6	8,4	8,3	8,5	8,4
12h00	8,4	8,2	8,3	8,5	8,3	8,4	8,1	8,2	8,3
17h00	8,1	8,6	8,5	8,5	8,4	8,1	8,5	8,1	8,4
									8,3
	Semana 7								
	16-sep	17-sep	18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	
08h00	8,3	8,4	8,4	8,2	8,4	8,2	8,3	8,4	8,3
12h00	8,3	8,1	8,4	8,2	8,3	8,5	8,4	8,6	8,4
17h00	8,5	8,2	8,3	8,1	8,4	8,5	8,2	8,6	8,3
									8,3

Realizado por: Karen Lara Y, 2017