

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Evaluación de Hemozym, EMS, Melaza y Compost Treet como activadores en la elaboración de compost.”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniero en Desarrollo Integral
Agropecuario

AUTOR: Wilber Geovanny Villota Hernández

ASESOR: M.Sc. Hernán Benavides

TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2016

CERTIFICADO.

Certifico que el estudiante Wilber Geovanny Villota Hernández con el número de cédula 0401632963 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “Evaluación de Hemozym, EMS, Melaza y Compost Treet como activadores en la elaboración de compost”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a Obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



M.Sc. Hernán Benavides
Tulcán, 19 de mayo del 2016

AUTORÍA DE TRABAJO.

El trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias Y Ciencias Ambientales.

Yo, Wilber Geovanny Villota Hernández con cédula de identidad número 0401632963 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



.....
Wilber Geovanny Villota Hernández
CI. 0401632963

Tulcán, 19 de mayo del 2016

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO.

Yo Wilber Geovanny Villota Hernández, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 19 de mayo del 2016



Wilber Geovanny Villota Hernández
CI.0401632963

AGRADECIMIENTO.

Esta investigación está dedicada a todas las personas que hicieron posible la culminación de este proyecto de investigación.

Agradezco a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a quienes conforman la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

De manera especial a la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario y al Sr. M.Sc. Hernán Benavides, quien a lo largo de este tiempo ha puesto su capacidad y conocimiento en el desarrollo de este proyecto.

A todos los docentes de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario, por ser una guía en este proceso de formación académica. A mi familia quien me ha brindado su apoyo condicional.

DEDICATORIA.

Quiero dedicarle este trabajo; A Dios que me ha dado la vida y fortaleza para terminar este proyecto y haberme permitido llegar hasta este punto brindándome salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre aunque ya no se encuentra fue un pilar fundamental apoyándome en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me permitió ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor ya que siempre deposito todo su amor y confianza en mí.

A mi Padres y hermanos por estar ahí cuando más los necesité, con su incondicional apoyo y ejemplos de perseverancia y constancia que siempre los caracterizaron, por el valor mostrado para salir adelante.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	I
AUTORÍA DE TRABAJO.	II
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO.....	III
AGRADECIMIENTO.	IV
DEDICATORIA.	V
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
I. EL PROBLEMA.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3. DELIMITACIÓN.....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.5. OBJETIVOS.....	3
1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivos Específicos.....	3
II.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	4
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	5
2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	6
2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	6
2.4.1. Contaminación ambiental.....	6

2.4.2. Tipos de contaminación.	7
2.4.3. Manejo de desechos sólidos orgánicos.....	8
2.4.3.1. Introducción.	8
2.4.3.2. Origen de la materia prima.....	9
2.4.3.3. De origen orgánico.....	9
2.4.3.4. Instalaciones.	10
2.4.3.5. Procedimiento para la obtención del compost.	10
2.4.3.6. El compost.	12
2.4.3.7. Relación Carbono/Nitrógeno.....	14
2.4.3.8. El suelo.	15
2.4.3.9. Sistemas de compostaje.	15
2.4.3.10. Aplicación en Ecuador.	17
2.4.3.11. Generalidades de los microorganismos.	17
2.4.3.12. Aplicaciones de los microorganismos.	18
2.4.3.13. Los Microorganismos eficientes (E.M.S).....	18
2.5. HIPÓTESIS.	19
2.5.1. Afirmativa.....	19
2.5.2. Nula.	19
2.6. VARIABLES.....	19
2.6.1. Variable Dependiente.	19
2.6.2. Variable Independiente.....	19
III.METODOLOGÍA.	20
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	20
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.3.1. Población.	20
3.3.2. Muestra.	21
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	23

3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	24
3.5.1. Información bibliográfica.	24
3.5.2. Información procedimental.	24
3.5.3. Localización del experimento.	24
3.5.4. Datos Informativos del lugar.	24
3.5.5. Factores en estudio.	25
3.5.6. Diseño experimental	25
3.5.6.1. Tipo de diseño.	25
3.5.6.2. Características del ensayo.	25
3.5.6.3. Características de la unidad experimental	26
3.5.6.4. Esquema del análisis estadístico	26
3.5.6.5. Análisis funcional.	27
3.5.6.6. Variables a evaluarse.	27
a. Temperatura.	27
b. Determinación del pH.	27
c. Rendimiento.	27
d. Calidad nutricional del compost.	27
e. Análisis Económico.	27
3.5.7. Manejo específico del ensayo.	28
3.5.7.1. Materiales y equipos.	28
3.5.7.2. Materiales y Equipos de campo.	28
3.5.7.3. Materiales de laboratorio.	28
3.5.8. Flujograma para la elaboración de compost con residuos vegetales y animales	29
3.5.9. Procedimiento.	29
3.5.9.1. Adecuación del área experimental	29
3.5.9.2. Recolección de la materia prima	30
3.5.9.3. Apilado de los desechos sólidos orgánicos	30
3.5.9.4. Delimitación de las Unidades Experimentales.	31

3.5.9.5. Picado de los desechos sólidos orgánicos.....	31
3.5.9.6. Formación de las composteras e Inoculación.	32
3.5.9.7. Aireación	32
3.5.9.8. Maduración	33
3.5.9.9. Tamizado	33
3.5.9.10. Almacenamiento.....	34
3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
3.6.1. Análisis de resultados.....	34
3.6.1.1. Análisis estadístico de variables.....	34
A. Contenido nutricional del compost.....	35
B. Fósforo asimilable.....	40
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
4.1. CONCLUSIONES.....	49
4.2. RECOMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	52
VII. ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Relación carbono/nitrógeno de algunos materiales orgánicos.....	- 10-
Tabla 2: Características del diseño experimental.....	- 13-
Tabla 3: Dimensiones de cada unidad experimental.....	- 13-

Tabla 4: Factores en estudio.....	- 27-
Tabla 5: Descripción de los tratamientos.....	- 27-
Tabla 6: Esquema del análisis estadístico.....	- 28-
Tabla 7: Cantidad de materia prima empleados en el ensayo.....	- 30-
Tabla 8: ADEVA, para contenido de nitrógeno en el compost.....	- 39-
Tabla 9: ADEVA, para contenido de fósforo en el compost.....	- 41-
Tabla 10: ADEVA, para contenido de Potasio en el compost.....	- 42-
Tabla 11: ADEVA, para pH en el compost.....	- 44-
Tabla 12: ADEVA, para contenido de Materia orgánica en el compost.....	- 45-
Tabla 13: ADEVA para relación C:N.....	- 47-
Tabla 14: ADEVA para cosecha de compost.....	- 50-
Tabla 15: Los mejores tratamientos para realizar compost.....	- 52-

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Esquema de la descomposición de los residuos orgánicos.....	- 12-
Gráfico 2: Esquema general proceso de compostaje.....	- 12-
Gráfico 3: Descripción de la parcela neta.....	- 22-
Gráfico 4: Flujograma para la elaboración de compost.....	- 59-
Gráfico 5: Adecuación del lugar.....	- 60-
Gráfico 6: Recolección de la materia prima.....	- 24-
Gráfico 7: Apilado de los desechos sólidos orgánicos.....	- 61-
Gráfico 8: Delimitación de las unidades experimentales.....	- 62-

Gráfico 9: Picado de los desechos sólidos orgánicos.....	- 62-
Gráfico 10: Formación de Composteras y inoculación.....	- 63-
Gráfico 11: Aireación de la materia orgánica.....	- 63-
Gráfico 12: Maduración del compost.....	- 64-
Gráfico 13: Tamización del compost.....	- 64-
Gráfico 14: Almacenamiento.....	- 65-
Gráfico 15: Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para la fuente de variación Tratamientos en contenido de Nitrógeno (N).....	- 39-
Gráfico 16: Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para la fuente de variación Tratamientos en contenido de Fósforo (P).....	- 41-
Gráfico 17: Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para la fuente de variación Testigo (Tt) vs Resto (Tr) en pH.....	- 43-
Gráfico 18: Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para las fuentes de variación Dosis y Testigo vs Resto en contenido de Materia orgánica (MO) en %.....	- 44-
Gráfico 19: Relación del Fósforo asimilable y el porcentaje de Materia Orgánica (MO).....	- 46-
Gráfico 20: Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para la fuente de variación Tratamientos (Tr) para la relación C:N	- 46-
Gráfico 21: Relación entre la Materia Orgánica (MO) en porcentaje (%) y la relación C:N en los tratamientos (Tr) con su respectivo error típico.....	- 48-
Gráfico 22. Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para la fuente de	

variación Tratamientos (Tr).....- 48-

Gráfico 23. Relación entre el Peso de compostaje a 130 días de cosecha y la relación C:N con su respectivo error típico.....- 50-

Gráfico 24. Relación entre el Peso de compostaje a 130 días de cosecha y la relación C:N con su respectivo error típico.....- 51-

RESUMEN EJECUTIVO.

La presente investigación se desarrolló como una oportunidad de aprovechar los residuos de las empresas ganaderas y restos de cosecha para su transformación en compost, para su posterior utilización como fertilizante edáfico orgánico contribuyendo a la conservación del medio ambiente y la seguridad alimentaria del país. El proceso tecnológico para el procesamiento y transformación de la materia orgánica inició con la recolección de la materia prima, que fue sometida al proceso de picado y compostaje, por un espacio de 20 semanas, se empleó un diseño experimental completamente al azar con 12 tratamientos, 3 repeticiones y 1 testigo para cada tratamiento, cada unidad experimental estuvo conformada con 50 kg de materia orgánica a compostar ; compuesta de restos de leguminosas y estiércol de ganado y cuy; adicionando a esta mezcla los activadores se adiciona Hemozym, Compost Treet, Melaza y EMS con la finalidad de acelerar el proceso de compostaje. Las variables evaluadas fueron Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Materia orgánica (Mo) y pH.

Al finalizar la investigación se concluyó que en contenido de nitrógeno el mejor tratamiento fue T3 (Melaza) con un valor de 19,29 ppm; en contenido de fósforo el mejor tratamiento fue T3 (Melaza), con un 19,8 ppm; en contenido de potasio el mejor fue el tratamiento T2 (EMS), con un 3,75 ppm; en contenido de materia orgánica sobresalió el tratamiento T1 (Hemozym), con un 4,72 %. El pH del compost se calculó mediante una recta numérica establecida de 0 a 14, el número 7 corresponde a la zona neutral, el sector izquierdo de la recta numérica indica acidez, de la misma manera, hacia la derecha del 7 las soluciones son básicas, en el ensayo se obtuvo un promedio de 6,68 el compost obtenido es ácido.

ABSTRACT.

This research was conducted as an opportunity to make the most of the waste of livestock enterprises and crop residues for processing into compost for later use as organic fertilizer, contributing to the conservation of the environment and food security of the country. The technological process for transformation of the organic matter began with the collection of the raw material, which was subjected to processes of chopping and composting, for a period of 20 weeks; the experimental design used was CRD (Completely Randomized Design) with 12 treatments and 1 witness, each one with 3 repetitions ; each experimental unit consisted of 50 kg of organic matter to be composted, which was composed of remnants of legumes, livestock manure and guinea pig manure, adding to it the activators: Hemozym, Compost Treet, Molasses and EMS, in order to speed up the composting process. The evaluated variables were nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), organic matter (OM) and pH. At the end of this investigation, it was concluded that nitrogen content was the best at treatment T3 (Molasses) with a value of 19.29 ppm; phosphorus content was the best at treatment T3 (Molasses) with 19.8 ppm; potassium content was the best at treatment T2 (EMS), with 3.75 ppm; the treatment with the best organic matter content was T1 (Hemozym), with 4.72%. The pH of compost was calculated using an established number line from 0 to 14, the number 7 corresponds to the neutral zone, the left side of the number line indicates acidity, in the same way, the right side of the number line indicates basic solutions; in the test it averaged 6.68, then the obtained compost is acid.

INTRODUCCIÓN.

La productividad de las tierras de cultivo está muy ligada a su equilibrio en materias orgánicas. Además de mantener los suelos en condiciones físicas adecuadas, la materia orgánica les aporta la mayor parte de las reservas de nitrógeno y otros nutrientes también necesarios, como el fósforo, azufre, potasio, oligoelementos. El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos, es un proceso biológico aeróbico mediante el cual los microorganismos actúan sobre la degradación de materia orgánica (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos) con la presencia del oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. (FAO. 2013). En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. Incluyen la aireación, la relación Carbono: Nitrógeno (C/N), el pH y la humedad. La aireación, por la falta de oxígeno, se constituye en un factor crítico limitante; mientras que, otros factores, por sus excesos o defectos, condicionan la velocidad y la calidad del subproducto final. En la conformación de las capas del compostaje, si bien se dan procesos de fermentación en determinadas etapas y bajo ciertas condiciones, lo deseable es que prevalezcan los microorganismos de tipo aerobio, tratando de minimizar los procesos fermentativos de tipo anaerobio, ya que sus productos finales no son adecuados para su aplicación agrícola y conducen a la pérdida de nutrientes. Sin embargo, los residuos orgánicos son un recurso valioso para recuperar la fertilidad de los suelos, ya que puede ser reincorporado al ciclo de la materia orgánica mediante el compostaje. El compost mantiene la temperatura de la tierra, evitando que ésta alcance temperaturas extremas, favoreciendo así la actividad de los microorganismos (Álvarez. J. 2013).

I. EL PROBLEMA.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Uno de los principales problemas que afectan a los agricultores de la Provincia del Carchi es el uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos en las actividades agrícolas y ganaderas, generando la degradación del suelo, disminución de la fertilidad, salinización y bloqueo de nutrientes, induciendo que los suelos productivos se vuelvan áridos e infértiles disminuyendo el desarrollo y rendimiento de los cultivos (Suquilanda, 2006)

El desconocimiento de la transformación de los restos de cosecha y animales en compost y los beneficios que presenta al ser incorporado al suelo lleva que la mayoría de agricultores no les den el uso adecuado aumentando la contaminación del aire, fuentes de agua y suelo.

En la actualidad la producción de abonos orgánicos dentro de la provincia es escasa, el manejo que se da a los recursos biodegradables (restos vegetales y animales) no es el óptimo, la escasa difusión dentro del área rural de técnicas de transformación, ha llevado por décadas a no procesar y brindar valor agregado a la elaboración y comercialización de una infinidad de fertilizantes orgánicos. (Guerra. J, 2009).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

El periodo de tiempo empleado en la descomposición de la materia orgánica para su transformación en compost, genera limitantes en los sistemas de producción y comercialización.

1.3. DELIMITACIÓN.

El proyecto se llevó a cabo en un tiempo aproximado de un año en la Provincia del Carchi, Cantón Huaca, Comunidad Guananguicho Norte.

Campo: Agropecuario

Área: Agronómica

Espacial: Provincia del Carchi, Cantón Huaca.

Temporal: 12 meses.

Unidad de observación: Ensayo experimental en el campo.

La finalidad de la investigación es la elaboración de compost utilizando residuos vegetales y animales, adicionando al proceso de descomposición cuatro fuentes carbón orgánico, aplicadas en distintas dosis.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

El proyecto de elaboración de compost, se presenta como una oportunidad para aprovechar los residuos vegetales y animales que se producen en las explotaciones agropecuarias, transformándolos en compost con elevadas propiedades físico – químicas hacer usados dentro de la producción agrícola como una alternativa de recuperación de suelos erosionados.

La degradación antrópica en el Ecuador es el principal factor de degradación de los suelos cultivables esta degradación genera cambios profundos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos. Se pueden definir tres tipos de causas principales: fuego, sobrepastoreo y cultivos produciendo la pérdida de la capa humífera, provocando una disminución drástica de los rendimientos de los cultivos.

El sobrepastoreo no solo baja el nivel de carbono y desperdicio de biomasa, sino que contribuye al secamiento irreversible del suelo, puede generar fuertes condiciones hidrofóbicas en el suelo. La humedad del suelo y su capacidad de retención de agua disminuye drásticamente (Mena. P y Medina. G. 200).

El proceso de elaboración de compost dura entre tres y cinco meses, con la incorporación de microorganismos se puede acelerar la descomposición y obtener compost de mejor calidad y a menor tiempo, la incorporación de compost al suelo enriquece la capacidad biológica garantizando un equilibrio y un balance nutrición al mejora el intercambio suelo-planta inhibe a patógenos del suelo aumenta la producción agrícola, sin tener repercusiones ambientales eliminando riesgos para la salud (INIAP. 2011).

1.5. OBJETIVOS.

1.5.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del Hemozym, EMS, Melaza y Compost Treet como activadores biológicos en la elaboración de compost.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar la mejor interacción en base al tipo de activador por la dosis.
- Determinar el mejor activador.
- Determinar la mejor dosis.
- Determinar el efecto del testigo en comparación con los efectos de los tratamientos.

II.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

En el estudio realizado por Reyes,(2003). En la Universidad Nacional de Colombia, sede en Palmira; se evaluó la tasa de descomposición de la hojarasca de caña de azúcar mezclada con un abono orgánico tipo compost, usando un acelerador finito (melaza) y un acelerador infinito (Microorganismos eficientes). Los resultados demostraron que la melaza es un acelerador de la descomposición de los residuos de hoja de caña, pues muestra una marcada influencia en la tasa descomposición inicial de dichos residuos, pero una vez consumidos los carbohidratos que la constituyen, la tasa de descomposición se disminuye ostensiblemente

En el estudio realizado en Venezuela, Valle Medio del Río Yaracuy; en la evaluación de cuatro especies de leguminosas (Canavaliaensiformis, Cajanuscajan, Crotalariajuncea y Phaseoluslunatus), en barbecho, durante época lluviosa y seca para implementar sistemas de mínima labranza en maíz, se determinó; Crotalariajuncea resultó la más protectora durante ambas épocas, lo cual se atribuyó a su grado de cobertura a nivel del suelo, con alta producción de materia fresca y seca y velocidad de crecimiento. Durante la época seca se registró una importante disminución en la cantidad de materia seca producida posiblemente debido a la escasa disponibilidad de agua. Crotalariajuncea se descompuso más lentamente que las otras leguminosas.

En la investigación realizada por José López (2001); en la evaluación del efecto de los abonos orgánicos sobre propiedades físicas y químicas del suelo y la selección del mejor abono orgánico con mejor respuesta en el rendimiento de grano. Los resultados indican cambios en las características químicas del suelo

(materia orgánica, N y P) antes y después de la siembra. En el caso de características físicas, no existió diferencia significativa. El rendimiento de grano con el tratamiento de fertilización inorgánica 120-40-00 de N-P-K fue el mejor ($6.05 t, ha^{-1}$); el abono orgánico de composta ($5.66 t, ha^{-1}$) mostró similares resultados. Los abonos orgánicos, principalmente composta con dosis de 20 a $30 t, ha^{-1}$, son una alternativa para sustituir a la fertilización inorgánica.

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

La presente investigación pretende dar cumplimiento a lo estipulado en el reglamento de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, en cuanto a trabajos de investigación de tesis, graduación, titulación e incorporación, capítulo II del marco legal, artículo 2 que menciona la obligatoriedad de la tesis para la obtención del título profesional de tercer nivel, en referencia a los artículos 80 literal e y 144 de la ley orgánica de educación superior – LOES.

Desde el punto de vista nacional se busca dar cumplimiento a lo establecido en la Constitución de la república del Ecuador en cuanto al reconocimiento de la naturaleza como titular de derechos que se manifiesta en el capítulo séptimo de los derechos de la naturaleza en los artículos 71-72-73 de la Carta Magna.

En el Plan Nacional de Desarrollo, denominado Plan Nacional para el Buen Vivir 2014 – 2017, que el instrumento del Gobierno Ecuatoriano para articular las políticas públicas con la gestión y la inversión pública, hace referencia a los siguientes objetivos: Mejorar la calidad de vida de la población, garantizar los derechos de la naturaleza , promover un medio ambiente sano y sustentable, afirmar y fortalecer la identidad nacional, las identidades diversas, la plurinacionalidad y la interculturalidad.

2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

El desarrollo de la técnica de compostaje a gran escala tiene su origen en la India con las experiencias llevadas a cabo por el inglés Albert Howard desde 1905 a 1947, su éxito consistió en combinar sus conocimientos científicos con los tradicionales de los campesinos su método, llamado método Indore, se basaba en fermentar una mezcla de desechos vegetales y excrementos de animales, y humedecerla periódicamente.

La palabra compost viene del latín componere, juntar; por lo tanto es la reunión de un conjunto de restos orgánicos que sufre un proceso de fermentación y da un producto de color marrón oscuro, es decir, que en el proceso de fermentación está esencialmente finalizado. El abono resultante contiene materia orgánica así como nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y hierro, necesarios para la vida de las plantas. Por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes. (ICADE)

Los abonos orgánicos tienen una gran importancia Económica, Social y Ambiental; ya que reducen los costos de producción de los diferentes rubros con los cuáles se trabajó, aseguran una producción de buena calidad para la población y disminuyen la contaminación de los recursos naturales en general. Por otra parte ayudan a que el recurso suelo produzca más y se recupere paulatinamente; su elaboración es fácil, ya que se hace con insumos o desperdicios locales. (FUNDACION SALVADOREÑA, 2000).

2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.

2.4.1. Contaminación ambiental.

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de

varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene. (Aguilar, 2009).

2.4.2. Tipos de contaminación.

Los tipos de contaminación más importantes son los que afectan a los recursos naturales básicos: el aire, los suelos y el agua. Algunas de las alteraciones medioambientales más graves relacionadas con los fenómenos de contaminación son los escapes radiactivos, el smog, el efecto invernadero, la lluvia ácida, la destrucción de la capa de ozono. (Bermúdez, 2010).

2.4.2.1. Contaminación del agua.

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúne las condiciones necesarias para el uso al que se la hubiera destinado, en su estado natural. (Bermúdez, 2010).

2.4.2.2. Contaminación del aire.

La contaminación atmosférica está conformada por tres elementos básicos: fuentes, medio y receptor. Las fuentes se clasifican en: industriales, vehiculares y naturales. El medio o atmosfera será el responsable de la difusión y es afectado por las condiciones del área, tanto meteorológicas como geográficas. Los receptores seres humanos, animales, vegetales y materiales reciben la contaminación por respiración o depósito. (López Portillo y Ramos, 1982).

2.4.2.3. Contaminación del suelo.

Es la incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, desechos tóxicos, productos químicos, y desechos industriales. La contaminación del

suelo produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos. (Valdez. M. 2013).

2.4.2.4. Impactos de las actividades agropecuarias en el Ecuador.

La expansión de las actividades agrícolas es bastante fuerte, en efecto, el crecimiento de la frontera agrícola pasó de 8 a 12,3 millones de hectáreas entre 1,998 y 2007, es decir, se experimentó una ampliación de 4,3 millones de hectáreas en nueve años. El crecimiento de la actividad agrícola se viene dando históricamente, y la misma ha rebasado el umbral de las tierras con potencial de uso, adentrándose la actividad en tierras poco aptas o no aptas para actividades de ese tipo. (Hernán. P. 2012).

2.4.2.5. Impactos por el uso indebido del suelo y la contaminación en el Ecuador por fertilizantes.

Una de las formas de aproximarse al problema de la degradación de los suelos es a través de los rendimientos decrecientes. Las estadísticas del Banco Central respecto a la importación de insumos para la actividad agrícola se ha incrementado sistemáticamente, y esto tiene que ver en parte, con ese fenómeno de desgaste de los suelos y de la extensión de la superficie agrícola. Esto obedece a una mayor intensificación del uso de los suelos, pero también refleja la necesidad de mejorar la producción por efecto del desgaste de los mismos. Por otro lado, el uso intensivo de agro químicos genera impactos negativos en la salud de los trabajadores agrícolas. Es decir el uso del suelo de una manera indiscriminada y sin contenidos técnicos. (Hernán. P. 2012).

2.4.3. Manejo de desechos sólidos orgánicos.

2.4.3.1. Introducción.

La generación de residuos domiciliarios es muy variable y está directamente relacionada con los hábitos de consumo y con el desarrollo económico sin

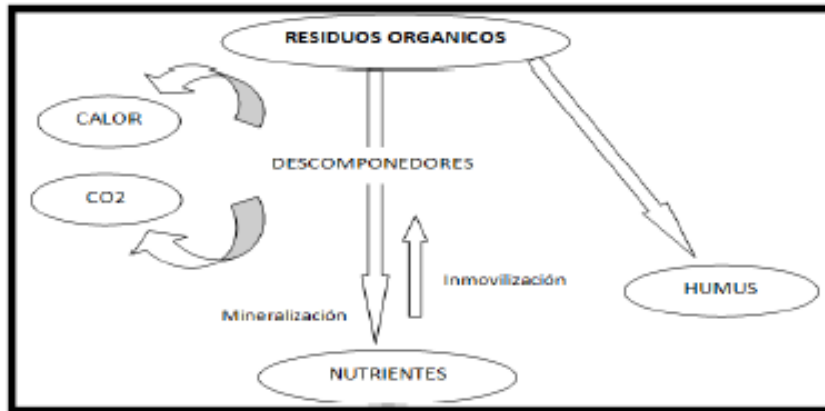
embargo, en términos generales el mayor porcentaje de residuos sólidos domiciliarios lo tiene la materia orgánica. Creando serios problemas de contaminación, trátase de desechos urbanos, domésticos, animales, restos de cosecha y agroindustriales que despiden fetidez, ocupan grandes espacios contaminando fuentes hídricas por lixiviación e infiltración a mantos acuíferos (Aguilar. 2009).

2.4.3.2. Origen de la materia prima.

La materia prima debe provenir de un proceso normal de producción, es decir que la fuente de carbono: tamos, ramas, bagazo, hojas, tallos, aserrín, compuestos de (celulosa, hemicelulosa, quitina, lignina) no presente trazas de pesticidas (organoclorados, organofosforados, piretroides), ni metales pesados (mercurio, plata, cromo, plomo, etc.). El estiércol no debe provenir de animales enfermos o tratados con drogas convencionales por ejemplo: antibióticos que destruyen los microorganismos que obrarían como descomponedores. (López. 2006).

2.4.3.3. De origen orgánico.

Proceden de las actividades del sector primario agricultura, ganadería, pesca y el sector forestal. Son la base de las industrias textiles o alimenticias. Puede diferenciarse según su procedencia entre materias primas de origen animal o vegetal. (López. 2006).



Fuente: Rocha. (2009).

Gráfico 1: Esquema de descomposición de los residuos orgánicos.

2.4.3.4. Instalaciones.

El área de compostaje debe de estar ubicada cercano al sitio de producción de desechos vegetales y/o animales y de fácil acceso para facilitar el transporte. Además es indispensable que las instalaciones cuenten con un piso firme y protección en épocas de lluvias, para evitar exceso de humedad en las pilas de compost y la pérdida de los nutrientes solubles en agua. Las instalaciones pueden ser techadas y con piso de cemento. Sin embargo también pueden tener instalaciones mucho más baratas con un piso firme bien compactado y plástico. (APROLAB, 2007) .

2.4.3.5. Procedimiento para la obtención del compost.

Dentro del proceso de la transformación de los residuos sólidos orgánicos se contempla los siguientes pasos: recolección, clasificación, picado, apilado y proceso de compostaje; varía de acuerdo a las condiciones climáticas del área, el sistema de compostaje utilizado.

2.4.3.5.1. Recolección.

Luego de aglomerar los restos vegetales y animales se procede a trasladar a la planta de compostaje, el equipo y los vehículos de recolección deben ser

adecuados y suficientes para los volúmenes recolectados. Crear un plan de producción facilitará cada uno de estos procesos, creando frecuencias de recolección y las rutas de traslado deben ser bien planeadas y bien comunicadas a los usuarios. (Rodríguez y Córdova. 2006).

2.4.3.5.2. Clasificación.

Se puede realizar de manera manual o artesanal dependiendo de la escala de producción, se puede realizar una clasificación preliminar, donde se recogen materias gruesas no biodegradables (recipientes de plástico o metal, botellas. etc.).

Cuando el compostaje es completamente manual, se recomienda que se recojan todos los materiales no biodegradables antes de que se desmenuen los desechos. (Roben. 2002).

2.4.3.5.3. Picado.

En el proceso de compostaje el tamaño de los residuos orgánicos juega un papel muy importante. Las partículas demasiado grandes presentan poca superficie de contacto para ser atacadas por los microorganismos haciendo que el tiempo de procesamiento se alargue, el tamaño ideal de las partículas debe ser de 3 a 6 cm. Si en nuestra parcela contamos con rastrojos de cosecha es necesario picarlos con machete o picadora mecánica, antes de mezclarlos con los excretas de los animales. (APROLAB. 2007).

2.4.3.5.4. Apilado.

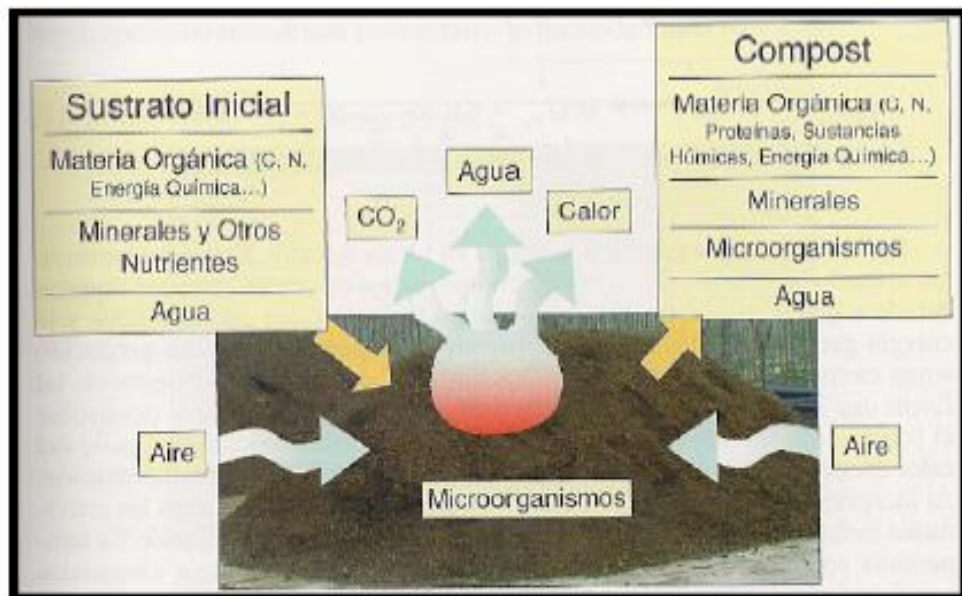
Las dimensiones de la pila de compostaje influyen básicamente en la aireación y temperatura de la pila, y por lo tanto en la transformación adecuada del material orgánico. La altura puede variar según el clima de la zona, en climas cálidos se trabaja menor altura para que la pila no caliente en exceso y en climas fríos pilas más altas para mantener la temperatura. (APROLAB. 2007).

No es aconsejable la conformación de parvas o camellones de pequeños volúmenes, ya que las fluctuaciones de temperatura en estos pequeños

volúmenes son muy bruscas. No conforme camellones con base inferior a los 2 m. Como regla general, tome como altura la mitad de la base, los que nos permitirá obtener una buena relación Superficie/Volumen. (Sztern y Pravia. 2009).

2.4.3.5.5. Proceso de compostado.

El compostaje es una tecnología sencilla y económica para aprovechar toda clase de basura biodegradable: desechos de jardín o cocina, papeles, estiércoles animales, serraduras etc. Con ayuda de microorganismos y/o de lombrices se produce tierra humus de los desechos orgánicos. (Roben, 2002).



Fuente: Rocha. (2009)

Gráfico 2: Esquema general proceso de compostaje

2.4.3.6. El compost.

2.4.3.6.1. Etapas del proceso de Compostaje.

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos, de acuerdo con la evolución de la temperatura.

2.4.3.6.1.1. Mesófito.

La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

2.4.3.6.1.2. Termófila.

Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas. (FAO. 2013).

2.4.3.6.1.3. Enfriamiento.

Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que re invaden el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

2.4.3.6.1.4. Maduración.

Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

2.4.3.6.1.5. Humedad en la materia compostada.

El contenido en agua del material a compostar es muy importante ya que los micro-organismos sólo pueden utilizar las moléculas orgánicas si están disueltas en agua.

El agua favorece la migración y la colonización microbiana. Si la humedad es baja, el proceso de composta se reduce llegando incluso a detenerse. La actividad biológica empieza a disminuir a niveles de humedad del 40 % por debajo del 20 % no existe prácticamente actividad. (FAO. 2013).

2.4.3.6.1.6. El pH.

El pH es un parámetro que condiciona la presencia de microorganismos, ya que los valores extremos son perjudiciales para determinados grupos. Para conseguir que al inicio del compostaje la población microbiana sea la más variada posible hay que trabajar a pH cercanos a 7. Un pH extremo no es un impedimento para el proceso, pero sí lo es para su cinética, divulgando la puesta en marcha, el tipo de reacciones y la velocidad (Raquel, 2006).

Los rangos más adecuados son de 6 a 7,5 para bacterias y de 5,5 a 8 para algunos tipos de hongos. A diferencia de las temperaturas este factor no se recomienda que sea modificado. (FAO. 2013).

2.4.3.7. Relación Carbono/Nitrógeno.

Los microorganismos necesitan el carbono como fuente esencial de energía, y el nitrógeno para la síntesis de proteínas junto con otros elementos como el fósforo o el azufre.

Durante la fermentación aerobia los organismos vivos consumen de 25 a 35 unidades de carbono por cada unidad de nitrógeno. Este es el rango de valores de la relación C/N que se suele adoptar como óptimo en las plantas.

El nitrógeno se encuentra, casi en su totalidad, en forma orgánica de donde debe ser extraído y modificado por los microorganismos para poder ser utilizado por éstos. Básicamente, una relación C/N elevada conducirá a tiempos de fermentación muy prolongados. Por el contrario, el compostaje de productos orgánicos con una relación C/N baja, aunque origina un rápido proceso de compostaje, lo hacen con grandes pérdidas nitrogenadas. (Herrera & Lorente, 1989).

Tabla 1: Relación Carbono/Nitrógeno de algunos materiales orgánicos

MATERIALES	RELACION C/N
Cascarilla de arroz	700
Aserrín de madera	500
Papel triturado	170
Caña de maíz	60
Bagazo de caña de azúcar	50
Estiércol seco (con aserrín o paja)	50
Estiércol de vaca (seco)	25
Estiércol de caballo	25
Estiércol de cerdo	12
Estiércol de vaca (fresco)	8
Estiércol de cabra	10
Estiércol de oveja	10
Estiércol de conejo, cuy	8

Fuente: (Suquilanda, Serie Agricultura Orgánica, 2006)

2.4.3.8. El suelo.

A lo largo de casi toda la historia registrada el suelo fue considerado como una mezcla más o menos suelta de fragmentos pequeños de roca descompuesta y de minerales de origen orgánico, así como de líquidos y gases. Los suelos eran relacionados a su uso por la sociedad o de acuerdo a derivados de otra disciplina.

2.4.3.8.1. Concepto de suelo.

El suelo es la colección de cuerpos naturales que cubren la superficie terrestre a veces modificados o aun contruidos por el hombre con materiales terrosos que contiene organismos vivos y que sustenta o puede sustentar plantas a la intemperie. (Reyes, 2003).

2.4.3.9. Sistemas de compostaje.

Los sistemas de compostaje atendiendo a diferentes criterios tales como nivel de complejidad, grado de control del proceso o método de ventilación empleado, pueden clasificarse en sistemas abiertos y sistemas cerrados rotativos.

En los sistemas de compostaje abiertos los materiales a compostar se colocan en pilas/hileras, montones o mesetas y se diferencian dos tipos: dinámico y estático.

En los sistemas dinámicos la aireación de la pila se realiza de forma periódica mediante volteos. Entre sus limitaciones, cabe citar que la ventilación de la pila solo se hace de manera periódica y por lo tanto el nivel de oxígeno no se mantiene constante, impidiéndole el aumento de las oxidaciones biológicas y haciendo que el proceso de compostaje sea más lento. (Moreno. 2007).

2.4.3.9.1. Sistemas de compostaje más utilizados.

2.4.3.9.1.1. Compostaje en pilas con volteo.

El material se dispone en hileras o pilas, de sección triangular, que son volteadas en repetidas ocasiones a lo largo del proceso. El volteo, que se realiza con máquinas volteadoras o con palas, oxigena el material y provoca un elevado grado de mezcla. Las dimensiones de la pila varían en función del material y del equipo de volteo. El parámetro limitante es la altura, pues si es excesiva provoca la compactación del material (Barrena. 2006).

2.4.3.9.1.2. Compostaje en Canales.

Es un sistema de compostaje en continuo, donde el residuo fresco es alimentado por un extremo del canal y el producto final se obtiene por el otro extremo. El material a compostar se deposita al inicio de unos canales alargados de sección rectangular. Estos canales disponen de un sistema de inyección de aire como las pilas estáticas. Una maquina volteadora que circula por unos railes situados en la parte superior de las paredes del canal voltea el material periódicamente, homogeneizándolo y haciéndolo avanzar a lo largo del canal. El tiempo de residencia del material en el canal es función del número de veces que pasa la maquina volteadora. La periodicidad de volteo se establece

de modo que, al llegar al final del canal, se pueda dar por finalizada la etapa de descomposición. (Barrena. 2006).

2.4.3.9.1.3. Compostaje en Túneles.

El material se introduce en un túnel cerrado que dispone de un sistema de aireación forzada. Las dimensiones de los túneles son variables, alrededor de 4m de altura, 5-6m de ancho y longitud variable en función de la cantidad de residuo a tratar, habitualmente 20m. La ventaja de ese tipo de sistema es que permite controlar mejor las condiciones del proceso y, al ser un sistema cerrado, el control de gases y malos olores. El inconveniente es el elevado costo de instalación. Estos sistemas se construyen preferentemente si el emplazamiento está próximo a núcleos urbanos, por el control de olores y por los menores requerimientos de espacio. (Barrena. 2006).

2.4.3.10. Aplicación en Ecuador.

En Ecuador, Loja es considerada ciudad pionera en cuanto al cuidado del medio ambiente urbano. Esto se debe a los buenos resultados del programa de Gestión de Residuos Sólidos que ya lleva en funcionamiento cuatro años y que se ha convertido en un ejemplo para muchos otros municipios de dentro y de fuera de Ecuador. Este programa funciona en coordinación con otras actividades municipales para el mantenimiento y desarrollo del paisaje urbano y para la protección del suelo, a través de una campaña de educación e información continua. (Ochoa. 2002).

2.4.3.11. Generalidades de los microorganismos.

2.4.3.11.1. Introducción.

Los microbios también denominados microorganismos, son seres vivos diminutos que individualmente suelen ser demasiado pequeños para ser observados a simple vista. El grupo incluye las bacterias, los hongos (levaduras

y mohos), los protozoos y las algas microscópicas. También incluye los virus, entidades no celulares que a veces se consideran en el límite entre lo vivo y lo inerte.

2.4.3.11.2. Importancia.

Los microbios del suelo ayudan a degradar los residuos e incorporan nitrógeno del aire a los compuestos orgánicos; por eso reciclan los elementos químicos en el suelo, el agua y el aire. Los seres humanos y muchos otros animales dependen de los microbios presentes en su intestino para la digestión y síntesis de algunas de las vitaminas que necesitan sus cuerpos, como ciertas vitaminas. (Tortora. 2007).

2.4.3.12. Aplicaciones de los microorganismos.

2.4.3.12.1. En la agricultura.

Los microorganismos nos ayudan a controlar plagas previniendo así enfermedades, *Bacillus thuringiensis* es utilizado para controlar plagas como el gusano cogollero, larvas de la orugas de los árboles frutales, mediante el empleo de control de insectos por métodos microbianos en lugar de químicos los granjeros pueden evitar daños al ambiente.

Las bacterias contribuyen al reciclado de elementos vitales entre el suelo y la atmosfera, convirtiendo el nitrógeno atmosférico en compuestos nitrogenados asimilables. (Tortora. 2007).

2.4.3.13. Los Microorganismos eficientes (E.M.S).

El concepto de los microorganismos eficientes (E.M.) fue desarrollado por el profesor Teruo Higa de la Universidad de Ryukyus, en Okinawa. E.M. se compone de diferentes tipos de microorganismos benéficos que existen en la naturaleza y que pueden aplicarse como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana en los suelos. Esto a su vez aumenta la calidad y la salud

de los suelos, que se evidencia en el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos.

Los microorganismos eficientes contienen especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetes y hongos fermentadores, todos ellos mutuamente compatibles unos con otros coexistiendo en un medio líquido. (Higa y Parr.2010.).

2.5. HIPÓTESIS.

2.5.1. Afirmativa.

Es posible acelerar la obtención de compost con mejores parámetros empleando activadores orgánicos como; Hemozym, EMS, Melaza y Compost Treet, elaborado a base de residuos vegetales y residuos animales.

2.5.2. Nula.

No es posible la obtención de compost con mejores parámetros empleando activadores orgánicos como; Hemozym, EMS, Melaza y Compost Treet, elaborado a base de residuos vegetales y residuos animales.

2.6. VARIABLES.

2.6.1. Variable Dependiente.

El compost obtenido a base residuos vegetales y residuos animales.

2.6.2. Variable Independiente.

Las dosis de Hemozym, EMS, Melaza y Compost Treet

III.METODOLOGÍA.

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación que se realizó es de campo, ya que se evaluaron dosis de Hemozym, EMS, Melaza y Compost Treet y se obtuvieron datos numéricos, relacionados a medidas de temperatura, humedad, pH, % de nutrientes, obtenidos del experimento en campo, para una posterior interpretación mediante análisis estadísticos.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación se desarrolló en campo, experimental, empleando un diseño completamente al azar (DCA) usando un análisis factorial (ADEVA) para obtener diferencias estadísticas entre tratamientos y la prueba de Tukey al 5 % para diferenciar tratamientos.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.3.1. Población.

La población de la investigación estuvo conformada por 12 tratamientos y un testigo absoluto, cada compostera está formada por 50 kg de materia a compostar: 20 kg de estiércol de vaca, 15 kg de estiércol de cuy y 15 kg de leguminosas picadas.

Tabla 2: Características del diseño experimental

Factorial aumentado 4 x 3 + 1 en DCA	Dimensión
Área total experimental	720,5 m
Área neta experimental	680,8 m
Número de parcelas	52
Parcela neta	2,85 m
Distancia entre repeticiones	1 m

Elaborado por: Villota. G. (2015).

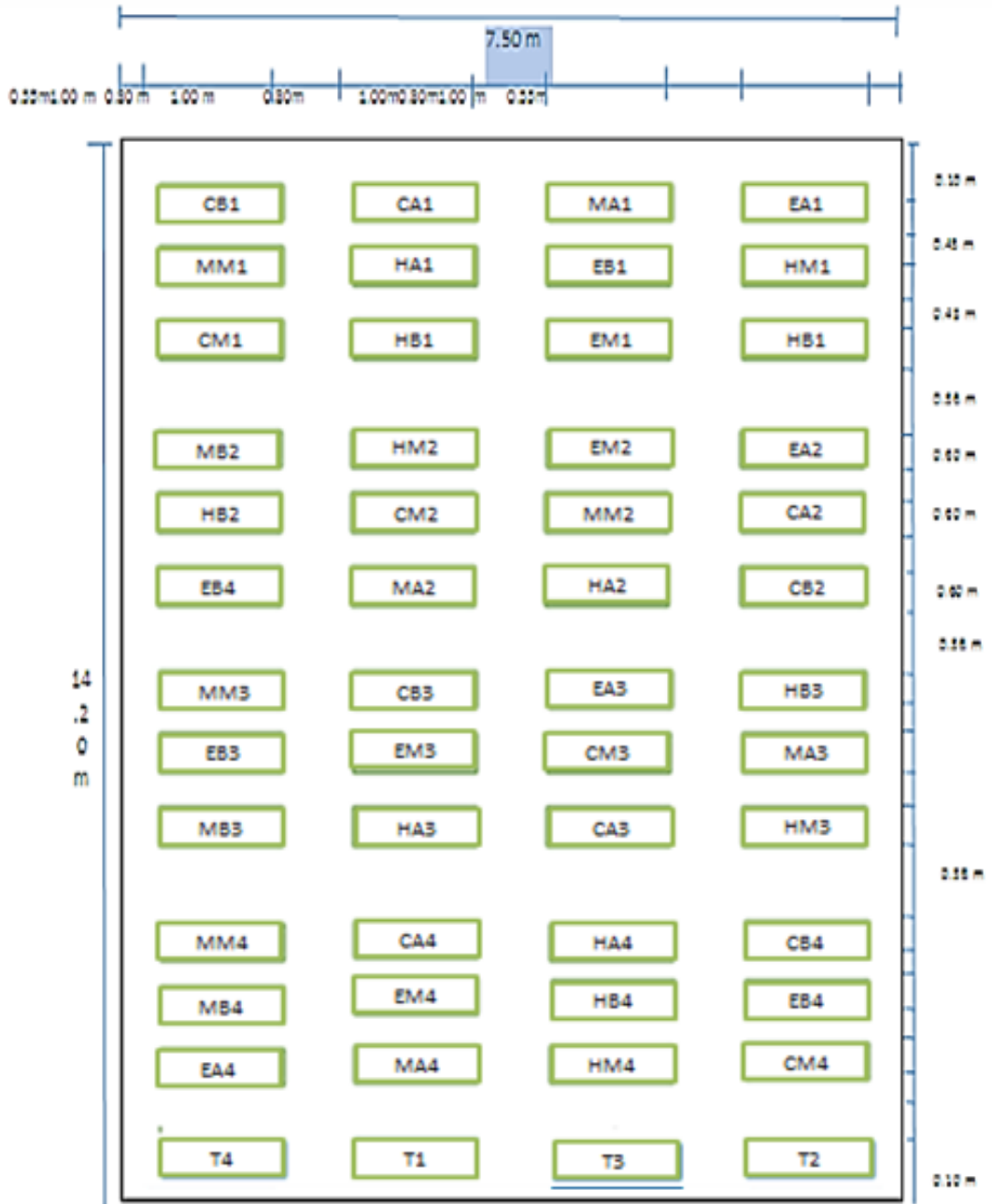
Tabla 3: Dimensiones de cada unidad experimental.

Área experimental	
Ancho	0,6 m
Largo	1,0 m
Área	0,6 m ²
Volumen experimental	
Alto	0,5 m
Volumen	0,3 m ³

Elaborado por: Villota. G. (2015).

3.3.2. Muestra.

Se aplicó el análisis de varianza bajo un factorial aumentado 4 x 3 + 1 en DCA para el análisis de los resultados, las variables evaluadas fueron las cantidad de Nutrientes: Nitrógeno (N) en mg kg⁻¹, Fósforo (P) mg kg⁻¹, Potasio (K) en meq 100ml⁻¹, pH, Materia Orgánica en % y relación Carbono / Nitrógeno (C:N).



Elaborado por: Villota. G. (2015).
 Gráfico 3: Descripción de la parcela neta.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

IDEA A DEFENDER	VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	INFORMANTE
Es posible acelerar la obtención de compost con mejores parámetros empleando activadores orgánicos como; Hemozym, EMS, Melaza y Compost Treet, elaborado a base de residuos vegetales y residuos animales.	V.D. Compost obtenido a base residuos vegetales y residuos animales.	Compost; Fertilizante compuesto de residuos orgánicos (desechos domésticos, hierbas, deyecciones animales, etc.) y tierra.	Descomposición de los residuos vegetales (Leguminosas), residuos animales (Estiércol de bovinos y cuyes).	Humedad	%	Medición y observación	Registro	Geovanny Villota
				pH	Acido(1-6,9) Neutro (7) Básico (7,1-14))	Medición y observación.	Registro	Geovanny Villota
				Temperatura	°C	Medición y observación	Registro	Geovanny Villota
				Composición química de abono orgánico (Mo)	N P K Mo	Análisis químico.	Informe Evaluación	Laboratorio
	V.I. Las diferentes dosis de Hemozym, EMS, Melaza y Compost Treet.	Hemozym, EMS, Melaza y Compost Treet, intervienen en la descomposición de la materia orgánica, promoviendo procesos de fermentación.	Hemozym	Dosis	0,5 l 1,0 l 1,5 l	Dosificación	Evaluación	Geovanny Villota
					27,5 cc 52,5 cc 77,5 cc	Dosificación	Evaluación	Geovanny Villota
					1 l 2 l 3 l	Dosificación	Evaluación	Geovanny Villota
					2 g 15 g 25 g	Dosificación	Evaluación	Geovanny Villota

3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

3.5.1. Información bibliográfica.

La información bibliográfica del tema a investigar se obtuvo de textos y libros de agricultura orgánica, periódicos, revistas científicas, y tesis de investigación de la Universidad Estatal Del Carchi relacionadas a elaboración de compost dentro del Ecuador.

3.5.2. Información procedimental.

Dentro de la información necesaria para la realización de esta investigación se considera localización del experimento, factores en estudio, análisis funcional, las variables a evaluarse y manejo específico del experimento en campo.

3.5.3. Localización del experimento.

El proyecto se llevó a cabo en un tiempo aproximado de un año en la Provincia del Carchi, Cantón Huaca, Comunidad Guananguicho Norte.

3.5.4. Datos Informativos del lugar.

El proceso de compostaje se desarrolló a una temperatura de 15°C promedio, a una altura de 2980 msnm.

Tabla 4: Factores en estudio

3.5.5. estudio.

Codificación	Factores en estudio		
	Dosis (D)		Activadores (A)
T1	HB	Baja	Hemozym
T2	HM	Media	
T3	HA	Alta	
T4	EB	Baja	EMS
T5	EM	Media	
T6	EA	Alta	
T7	MB	Baja	Melaza
T8	MM	Media	
T9	MA	Alta	
T10	CB	Baja	Compost Treet
T11	CM	Media	
T12	CA	Alta	
T13	T	Control	Control

Factores en

Elaborado por: Villota. G. (2015).

3.5.6. Diseño experimental

3.5.6.1. Tipo de diseño.

Se aplicó un Factorial aumentado $4 \times 3 + 1$; es decir 4 activadores a tres dosis comparados con un testigo absoluto en Diseño completamente al azar (DCA) con 4 repeticiones para todo el ensayo.

3.5.6.2. Características del ensayo.

Tabla 5: Descripción del ensayo

Repeticiones (r)	4
Tratamientos (tr)	12
Testigo (to)	1
Unidades experimentales (t+1 x r)	52

Elaborado por: Villota. G. (2015).

3.5.6.3. Características de la unidad experimental

Cada Unidad estuvo conformada por 50kg de materia orgánica a compostar, se realizó tres repeticiones con un total de 52 unidades experimentales incluyendo a un testigo absoluto.

3.5.6.4. Esquema del análisis estadístico

Tabla 6: ADEVA factorial Aumentado 4 x 3 + 1 en DCA.

Fuente de Variación (F de V)	Grados de libertad (GL)	Sumatoria de Cuadrados (SC)
TOTAL (T)	$(r \times t) - 1 = 51$	$\sum^t \cdot \sum^r y_{ij}^2 - FC_1$
TRATAMIENTOS (Tr)	$t - 1 = 12$	$\frac{\sum^t Y_i^2}{r} - FC_1$
ACTIVADORES (A)	$a - 1 = 3$	$\frac{\sum^a \left(\sum^d Y_{ij} \right)^2}{dr} - FC_2$
DOSIS (D)	$d - 1 = 2$	$\frac{\sum^d \left(\sum^a Y_{ij} \right)^2}{ar} - FC_2$
A x D	$(a - 1)(d - 1) = 6$	$\frac{\sum^{t-1} Y_1^2}{r} - SC_A - SC_D - FC_2$
Testigo (Tt) vs Resto	$2 \text{ grupos} - 1 = 1$	$Dif. = SC_{Tr} - SC_A - SC_D - SC_{AD}$
ERROR EXPERIMENTAL (EE)	$t(r - 1) = 39$	$Dif. = SC_T - SC_{Tr}$

Dónde:

$$FC_1 = \frac{\left(\sum^t \cdot \sum^r y_{ij} \right)^2}{N} \qquad FC_2 = \frac{\left(\sum^{t-1} \cdot \sum^r y_{ij} \right)^2}{N - r}$$

N: número de datos = $r(t) = 4(13) = 52$

r: número de repeticiones = 4

d: niveles de dosis = 3

t: número de tratamientos = $a \cdot d + Tt = 4(3) + 1 = 13$

a: niveles de activadores = 4

FC2: Factor de corrección 2 no considera el total del tratamiento testigo (aumentado).

Fuente: (Otero, 2006)

Elaborado por: Villota. G. (2015).

3.5.6.5. Análisis funcional

Se calculó el análisis de varianza ANOVA y se aplicó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y factores en estudio.

3.5.6.6. Variables a evaluarse.

a. Temperatura.

El monitoreo y registro de temperatura se realizó semanalmente, con un termómetro digital, realizando tres lecturas por cada unidad experimental dos en los extremos y una en la parte central, valores promediados para obtener una lectura única que se analizó estadísticamente con los valores obtenidos.

b. Determinación del pH.

Utilizando un pH metro, cada semana durante el transcurso del compostaje junto con las mediciones de la temperatura, tomando en tres puntos distintos los valores y promediándolos para obtener un valor final.

c. Rendimiento.

El rendimiento se calculó en primera estancia por cada tratamiento en kg y luego se proyectó la producción para un mejor análisis económico.

$$Rendimiento = \frac{\textit{peso final}}{\textit{peso inicial}} * 100$$

d. Calidad nutricional del compost.

Tomando una muestra por tratamiento se envió a laboratorio para realizar un análisis de las propiedades físico-químicas, comparaciones relacionadas a calidad nutricional preferentemente el contenido de N, P, K y materia orgánica.

e. Análisis Económico.

El análisis económico de los tratamientos se realizó en función del rendimiento por cada tratamiento en kg, el valor de venta y los costos de producción para obtener el costo - beneficio de cada uno de los tratamientos.

3.5.7. Manejo específico del ensayo.

3.5.7.1. Materiales y equipos.

En la elaboración de la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

Tabla 7: Cantidad de materia prima empleada en el ensayo.

Insumos	Kg
Estiércol de cuy	15 kg
Restos de leguminosas	15 kg
Estiércol bovino	20kg
Total	50 kg

Elaborado por: Villota. G. (2015).

3.5.7.2. Materiales y Equipos de campo.

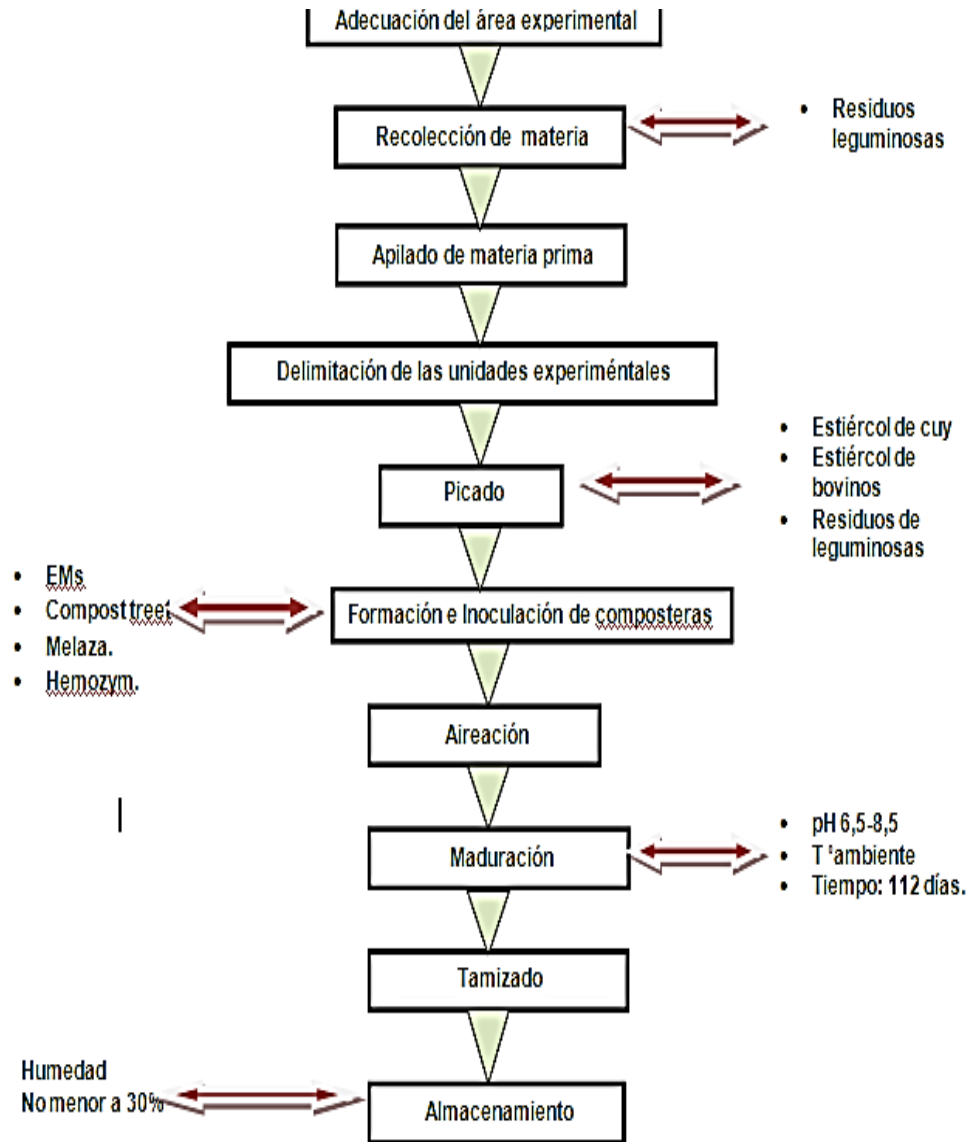
- Galpón artesanal
- Cámara digital
- Libreta de campo
- Balanza 120 kg
- 1 Regadera
- 1 Balde 20 L
- 1 Pala
- 1 Rollo de piola
- Estacas
- Guantes
- Picadora

3.5.7.3. Materiales de laboratorio.

- PH metro con termómetro digital

3.5.8. Flujoograma para la elaboración de compost con residuos vegetales y animales

Gráfico 4: Flujoograma para la elaboración de compost.



Elaborado por: Villota. G. (2015).

3.5.9. Procedimiento.

3.5.9.1. Adecuación del área experimental

Con la finalidad de controlar factores extrínsecos a la investigación se procedió a la construcción de un galpón artesanal con paredes cubiertas de plástico considerando la dirección del viento para favorecer el control de temperatura.

Fuente:

Villota. G.
(2015).

Gráfico 5:
Adecuación del
lugar



3.5.9.2. Recolección de la materia prima

La materia orgánica para la formación de las pilas de compost provino del sector Guananguicho, sector rural del cantón Huaca, la melaza, Hemozym, EMS y Compost Treet proceden de los locales comerciales agrícolas de la ciudad.



Fuente: Villota. G. (2015).

Gráfico 6: Recolección de materia prima.

3.5.9.3. Apilado de los desechos sólidos orgánicos

Se procedió con el amontonamiento previo de los residuos orgánicos suficientes para proceder a realizar el ensayo, en cúmulos separados para un mejor pesaje y



picado.

Fuente: Villota. G. (2015).

Gráfico 7: Apilado de los desechos sólidos orgánicos.

3.5.9.4. Delimitación de las Unidades Experimentales.

En el presente ensayo las unidades experimentales se las realizó con las siguientes dimensiones 0,5 m de alto, 0,6 m de ancho y 1 m de largo.

Fuente:

Villota. G.
(2015).

Gráfico 8:
Apilado de
los desechos
sólidos
orgánicos.



3.5.9.5. Picado de los desechos sólidos orgánicos.

Los restos de leguminosas fueron picados con un espesor uniforme no mayor a 5 cm, sometidos a un picado manual, con la finalidad de facilitar su descomposición en el proceso de compostaje.



Fuente: Villota. G. (2015).

Gráfico 9: Picado de los desechos sólidos orgánicos.

3.5.9.6. Formación de las composteras e Inoculación.

Con los materiales seleccionados, pesados y picados se formaron las composteras con los pesos especificados dentro de la investigación. Para luego agregar los activadores orgánicos empleados como aceleradores; Compost Treet, melaza, EMS y hemozym.



Fuente: Villota. G. (2015).

Gráfico 10: Formación de composteras e inoculación.

3.5.9.7. Aireación

Con la finalidad de mantener una fermentación aerobia se procedió al volteo de las Composteras semanalmente para evitar fermentaciones anaerobias proporcionando así un sustrato viable para el desarrollo de los microorganismos. Se realizó de forma manual con ayuda de una pala.



Fuente: Villota. G. (2015).

Gráfico 11: Aireación de la materia orgánica.

3.5.9.8. Maduración

Después del último volteo se mantendrán las unidades experimentales en reposo para completar el proceso de compostaje colonizándose con la mesofauna local.



Fuente: Villota. G. (2015).
Gráfico12: Maduración del compost.

3.5.9.9. Tamizado

Al finalizar el proceso de compostaje se tamizó el contenido final de las unidades experimentales estableciendo el rendimiento, se tomó una muestra y se envió al laboratorio para realizar el análisis físico-químico.



Fuente: Villota. G. (2015).
Gráfico 13: Tamizado del compost.

3.5.9.10. Almacenamiento.

Una vez obtenido el compost se procedió a embalarlo en sacos plásticos, debidamente etiquetados, para ser almacenados en un lugar fresco a temperatura ambiente.



Fuente: Villota. G. (2015).
Gráfico 14: Almacenamiento.

3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.6.1. Análisis de resultados.

En el capítulo se presentan los resultados obtenidos en el proceso de investigación; comprobando las hipótesis planteadas.

3.6.1.1. Análisis estadístico de variables.

Para realizar el diseño estadístico, se consideraron dos factores, el primero activadores: Hemozym, EMS, Melaza y Compost Treet y el segundo dosis a tres niveles baja, media y alta en el proceso de compostaje utilizando como materiales base residuos vegetales y animales. Las variables analizadas para los tratamientos implementados fueron Calidad del compost en base al contenido de nutrientes: Nitrógeno (N) en mg Kg⁻¹, Fósforo en mg Kg⁻¹ y

Potasio (K) en meq 100ml⁻¹, Fósforo asimilable a través de los indicadores contenido de Fósforo en mg kg⁻¹, contenido de Materia Orgánica (Mo) en porcentaje (%), Potencial Hidrógeno (pH) y Mineralización de la Materia Orgánica tomando como indicador la relación Carbono (C): Nitrógeno (N) (C:N) y Compostaje en peso (Kg).

A. Contenido nutricional del compost.

Para evaluar las variables en estudio se partió de los análisis de las muestras enviadas al laboratorio en base a contenidos de N, P, K para su respectivo análisis.

a.- Contenido de Nitrógeno en el compost

Tabla 8. ADEVA, para contenido de Nitrógeno (N) en el compost.

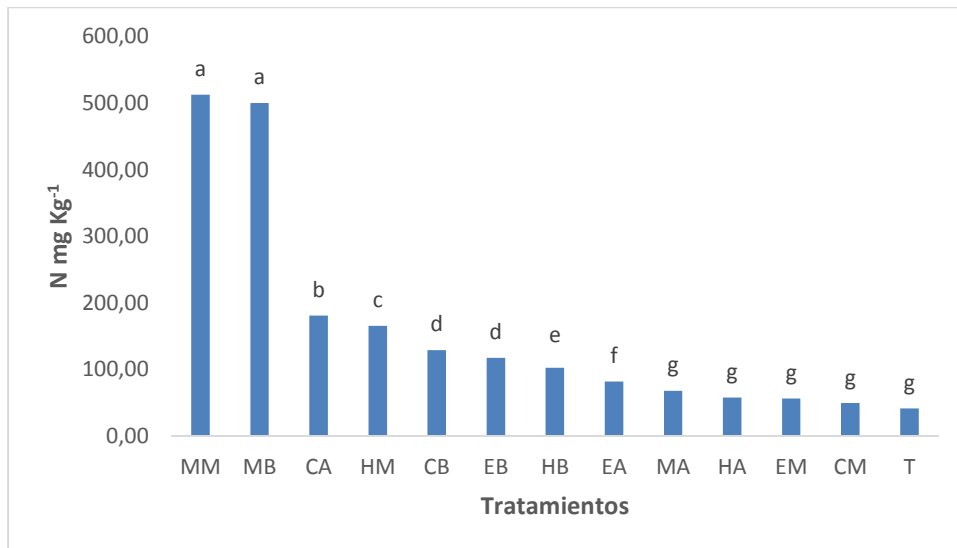
F de V	GL	SC	CM	F calc.		F tab.	
						0,05	0,01
Total (T)	51	1252226,68					
Tratamientos (Tr)	12	1237049,84	103087,49	264,90	**	2,00	2,66
Activadores (A)	3	597445,10	199148,37	511,75	**	2,84	4,31
Dosis (D)	2	124309,60	62154,80	159,72	**	3,23	5,18
A x D	6	455546,36	75924,39	195,10	**	2,34	3,29
Testigo (Tt) vs Resto	1	59748,78	59748,78	153,54	**	4,08	7,31
Error Experimental (EE)	39	15176,84	389,15				
n=	52	x=	158,62	CV (%) =		12,44	

F de V: Fuentes de Variación, GL: Grados de Libertad, SC: Sumatoria de Cuadrados
CM: Cuadrado medio, F calc.: Valor Fisher calculado, F tab.: Valor Fisher Tabulado.

n: Numero de datos, x: Media general, CV (%): Coeficiente de variación.

0,05 y 0,01: 5% y 1% de significancia estadística respectivamente.

Elaborado por: Villota. G. (2015).



Elaborado por: Villota. G. (2015).

Gráfico 15: Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para la fuente de variación contenido de Nitrógeno (N).

Del análisis para contenido de N se puede observar que existe alta significancia estadística para todas las fuentes de variación, que quiere decir que existen diferencias entre las medias para lo cual se realizó la prueba de comparación de medias Tukey al 5% de significancia estadística con sus respectivos rangos de significación tal como se presenta el Gráfico 15, en los que podemos observar que el mayor contenido de N fue para el activador Melaza en las dosis baja y media, entendiéndose al contenido de N total que contiene a las especies NO_3^- y NH_4^+ que son las especies asimilables ya sea por los microorganismos o las plantas, por lo expuesto por (Marqués López, 2013) que dice que los restos biológicos se degradan hasta los componentes elementales y sus constituyentes elementales, simplificándose la estructura y en segundo lugar parte de estos compuestos sufren por acción microbiana, un proceso de mineralización, pasando a formas bien solubles como NO_3^- o gaseosas NH_4^+ . La acción de la melaza como activador se ve reflejado por la acción como medio de cultivo para muchos microorganismos benéficos como levaduras, que actúan sobre la mineralización de la MO, por lo expuesto por (Fajardo Castillo & Sarmiento Forero, 2007) que dice que la melaza es un buen medio de cultivo para organismos mesófilos y termófilos.

El contenido alto de N para las dosis baja y media pudo deberse a que a estas dosis los microorganismos respondieron bien a la mineralización de los residuos ya que a dosis alta los microorganismos prefirieron los nutrientes fácilmente asimilables de la melaza que los residuos orgánicos, para mantener la relación C:N de 8:1 respectivamente para sus cuerpos (Tasistro, 2015), así el contenido de N varía de 0,4 % a 1,5% del peso total de la melaza (Fajardo Castillo & Sarmiento Forero, 2007), así mismo, el N es uno de los elementos que se libera con mayor rapidez en el proceso de la mineralización de la MO (Prause, de Lifschitz, & Toledo, 2003). El contenido bajo de N en los tratamientos MA, HA, EM, CM, T pudo deberse a que el proceso de mineralización no fue eficiente ya sea por las características propias o baja actividad de los activadores y las dosis involucradas; haciendo grupo con el testigo por los rangos que comparten. La media general fue de 158,62 mg Kg⁻¹ de N y el coeficiente de variación fue de 12,44% que es aceptable para este tipo de investigación

b.- Contenido de Fósforo en el compost

Tabla 9: ADEVA, para contenido de fósforo en el compost.

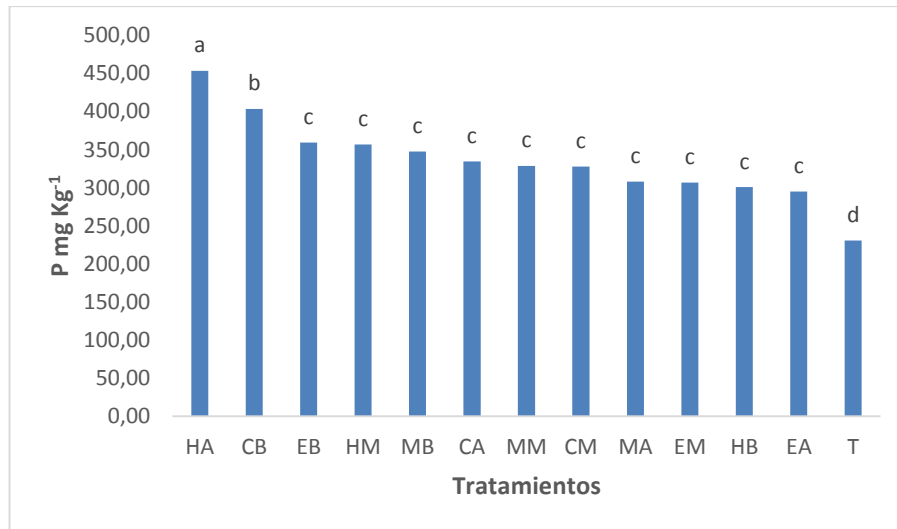
F de V	GL	SC	CM	F calc.	F tab.	
					0,05	0,01
Total (T)	51	245461,00				
Tratamientos (Tr)	12	140611,54	11717,63	4,36	**	2,00 2,66
Activadores (A)	3	19470,93	6490,31	2,41	ns	2,84 4,31
Dosis (D)	2	4584,95	2292,47	0,85	ns	3,23 5,18
A x D	6	69536,27	11589,38	4,31	**	2,34 3,29
Testigo (Tt) vs Resto	1	47019,39	47019,39	17,49	**	4,08 7,31
Error Experimental (EE)	39	104849,46	2688,45			
n= 52		x= 334,92	CV (%) = 15,48			

F de V: Fuentes de Variación, **GL:** Grados de Libertad, **SC:** Sumatoria de Cuadrados **CM:** Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher Tabulado.

n: Numero de datos, **x:** Media general, **CV (%):** Coeficiente de variación.

0,05 y 0,01: 5% y 1% de significancia estadística respectivamente.

Elaborado por: Villota. G. (2015).



Elaborado por: Villota. G. (2015).

Gráfico 16: Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para la fuente de variación Tratamientos en contenido de Fósforo (P).

Del análisis de datos para contenido de P se puede observar que existe alta significancia estadística para las fuentes de variación Tratamientos (Tr), Activadores (A) x Dosis (D) y Testigo (Tt) vs Resto, que quiere decir que existen diferencias entre las medias para lo cual se realizó la prueba de comparación de medias Tukey al 5% de significancia estadística con sus respectivos rangos de significación que se discutirá en el Gráfico 16, en los que se puede observar que el mayor contenido de P fue para todos los tratamientos exceptuando el testigo con menor contenido, entendiéndose al contenido de P total que contiene a la especie PO_4^{+3} que es una de las especies asimilables ya sea por los microorganismos o las plantas, por lo expuesto por (Marqués López, 2013) que dice que los restos biológicos se degradan hasta los componentes elementales e sus constituyentes elementales, simplificándose la estructura y en segundo lugar parte de estos compuestos sufren por acción microbiana, un proceso de mineralización, pasando a formas bien solubles como PO_4^{+3} . La acción de los activadores se refleja en la calidad del compost en el contenido de este nutriente a diferencia del testigo que resultó deficiente. La media general fue de 334,92 mg Kg⁻¹ P y el coeficiente de variación fue de 15,48% que es aceptable para este tipo de investigación.

c.- Contenido de Potasio en el compost

Tabla 10: ADEVA, para contenido de Potasio en el compost.

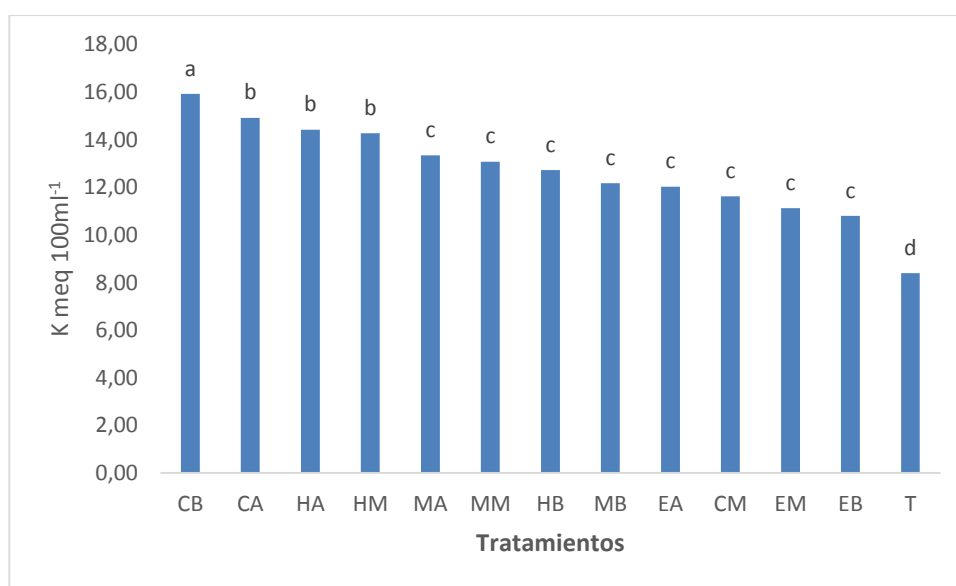
F de V	GL	SC	CM	F calc.		F tab.	
						0,05	0,01
Total (T)	51	256,88					
Tratamientos (Tr)	12	191,34	15,94	9,49	**	2,00	2,66
Activadores (A)	3	58,09	19,36	11,52	**	2,84	4,31
Dosis (D)	2	11,11	5,55	3,30	*	3,23	5,18
A x D	6	42,73	7,12	4,24	**	2,34	3,29
Testigo (Tt) vs Resto	1	79,41	79,41	47,25	**	4,08	7,31
Error Experimental (EE)	39	65,54	1,68				
n= 52		x= 12,68		CV (%) = 10,22			

F de V: Fuentes de Variación, **GL:** Grados de Libertad, **SC:** Suma de Cuadrados
CM: Cuadrado medio, **F calc.:** Valor calculado, **F tab.:** Valor Tabulado.

n: Numero de datos, **x:** Media general, **CV (%):** Coeficiente de variación.

0,05 y 0,01: 5% y 1% de significancia estadística respectivamente.

Elaborado por: Villota. G. (2015).



Elaborado por: Villota. G. (2015).

Gráfico 17: Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para la fuente de variación Tratamientos en contenido de Potasio (K).

Del análisis de datos para contenido de K se puede observar que existe alta significancia estadística para todas las fuentes de variación, que quiere decir que existen diferencias entre las medias para lo cual se realizó la prueba de comparación de medias Tukey al 5% de significancia estadística con sus

respectivos rangos de significación que se discutirá en el Gráfico 17, en los que se puede observar que el mayor contenido de K fue para los tratamientos. El K es el elemento de más fácil liberación en el proceso de mineralización ya que no forma parte de ninguna estructura en la planta y se encuentra como ion libre asociado a sales solubles y puede ser removido fácilmente por efecto de la precipitación, por lo expuesto por (Prause, de Lifschitz, & Toledo, 2003), se nota el efecto de los activadores y las dosis en el proceso de liberación del K a diferencia del testigo que fue deficiente. La media general fue de 12,68 meq 100ml⁻¹ de K y el coeficiente de variación fue de 10,22% que es aceptable para este tipo de investigación.

B. Fósforo asimilable.

a.- Escala de pH obtenido en el compost.

Tabla 11: ADEVA, para pH en el compost.

F de V	GL	SC	CM	F calc.		F tab.	
						0,05	0,01
Total (T)	51	4,89					
Tratamientos (Tr)	12	2,01	0,17	2,28	*	2,00	2,66
Activadores (A)	3	0,34	0,11	1,5	ns	2,84	4,31
Dosis (D)	2	0,32	0,16	2,2	ns	3,23	5,18
A x D	6	0,73	0,12	1,7	ns	2,34	3,29
Testigo (Tt) vs Resto	1	0,62	0,62	8,44	**	4,08	7,31
Error Experimental (EE)	39	2,87	0,07				
n= 52		x̄= 6,68		CV (%) = 4,06			

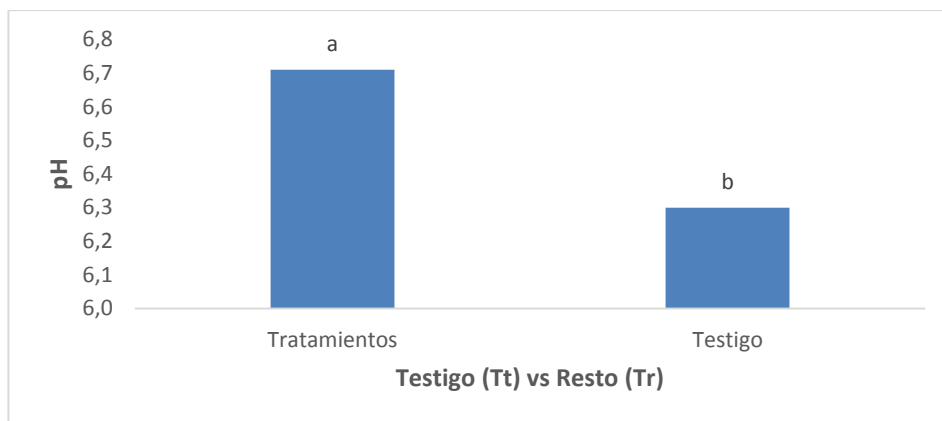
F de V: Fuentes de Variación, **GL:** Grados de Libertad, **SC:** Sumatoria de Cuadrados

CM: Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher Tabulado.

n: Numero de datos, **x̄:** Media general, **CV (%):** Coeficiente de variación.

0,05 y 0,01: 5% y 1% de significancia estadística respectivamente.

Elaborado por: Villota. G. (2015).



Elaborado por: Villota. G. (2015).

Gráfico 18: Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para la fuente de variación Testigo (Tt) vs el Resto (Tr).

Del análisis de datos para pH se puede observar que existe alta significancia estadística para las fuentes de variación Tratamientos (Tr) y Testigo (Tt) vs el Resto (Tr), que quiere decir que existen diferencias entre las medias para lo cual se realizó la prueba de comparación de medias Tukey al 5% de significancia estadística con sus respectivos rangos de significación que discutirá en el Gráfico 18, en los que podemos observar que el índice de pH cercano a la neutralidad es para la fuente de variación tratamientos que está dentro de los rangos de disponibilidad del P entre 6,5 y 7,5 para las especies de ortofosfato primario $H_2PO_4^-$ y secundario HPO_4^{2-} , asimilables para las plantas (IPNI, 2010) y (Montero Vilariño, Marcet Miramontes, Andrade Couce, & Estévez Sío, 1993), como producto de la mineralización de la Materia orgánica a diferencia del testigo con pH promedio de 6,3 con baja mineralización sin estar entre los rangos de disponibilidad de las especies de P. La media general fue de 6,68 pH y el coeficiente de variación fue de 4,06% que es aceptable para este tipo de investigación.

b.- Contenido de Materia Orgánica en el compost.

Tabla 12: ADEVA, para contenido de Materia orgánica en el compost.

F de V	GL	SC	CM	F calc.	F tab.	
					0,05	0,01
Total (T)	51	215,83				

Tratamientos (Tr)	12	126,04	10,50	4,56	**	2,00	2,66
Activadores (A)	3	13,54	4,51	1,96	ns	2,84	4,31
Dosis (D)	2	71,02	35,51	15,42	**	3,23	5,18
A x D	6	30,71	5,12	2,22	ns	2,34	3,29
Testigo (Tt) vs Resto	1	10,78	10,78	4,68	*	4,08	7,31
Error Experimental (EE)	39	89,79	2,30				
	n=	52	x̄=	21,65	CV (%) =	7,01	

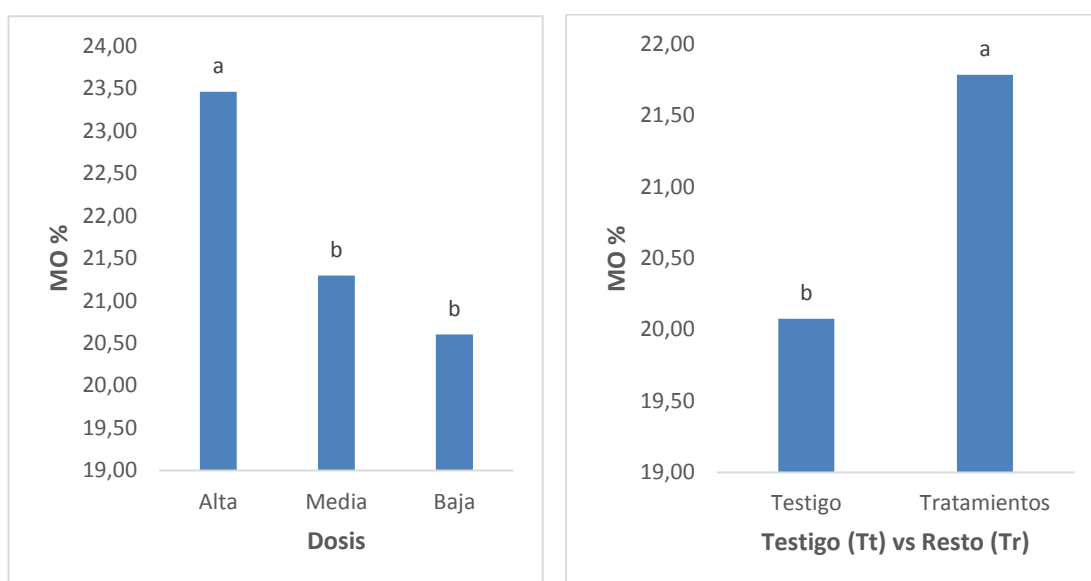
F de V: Fuentes de Variación, **GL:** Grados de Libertad, **SC:** Sumatoria de Cuadrados

CM: Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher Tabulado.

n: Numero de datos, **x̄:** Media general, **CV (%):** Coeficiente de variación.

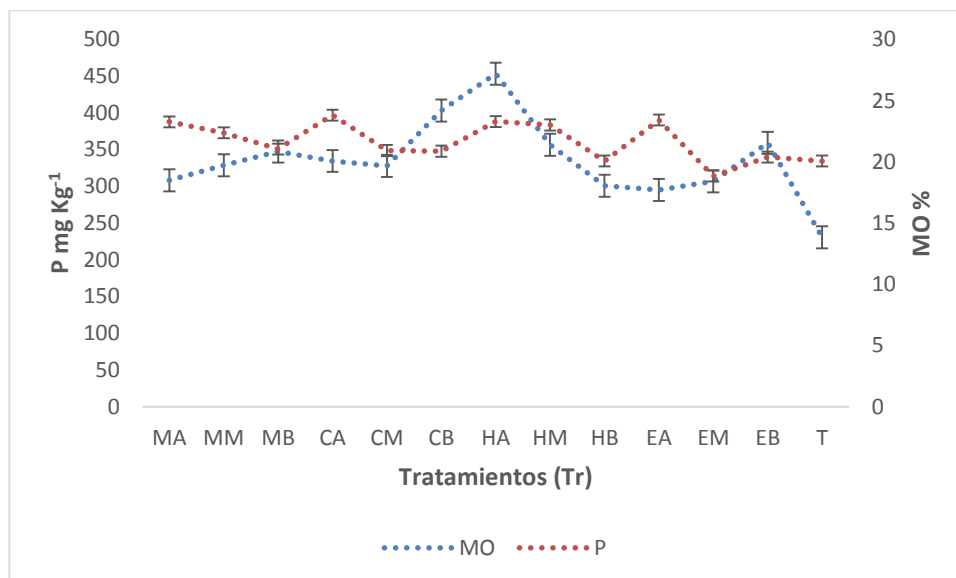
0,05 y 0,01: 5% y 1% de significancia estadística respectivamente.

Elaborado por: Villota. G. (2015).



Elaborado por: Villota. G. (2015).

Gráfico 19: Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para las fuentes de variación Dosis y Testigo vs Resto en contenido de Materia orgánica (MO) en %.



Elaborado por: Villota. G. (2015).

Gráfico 20: Relación del Fósforo asimilable y el porcentaje de Materia Orgánica (MO).

Del análisis de datos para Materia Orgánica en porcentaje (%) se puede observar que existe alta significancia estadística para las fuentes de variación Tratamientos (Tr) y Dosis (D) vs el Resto (Tr), que quiere decir que existen diferencias entre las medias para lo cual se realizó la prueba de comparación de medias Tukey al 5% de significancia estadística con sus respectivos rangos de significación tal como se observa en el Grafico 19, los porcentajes de Materia Orgánica (MO) varían entre tratamientos con menor porcentaje el tratamiento de EMAS a dosis baja así como en la fuente de variación dosis siendo el menor porcentaje de MO la dosis baja, que pudo deberse a la mayor actividad microbiana en el proceso de mineralización de la materia orgánica evitando el efecto de las dosis alta y media donde la mineralización es baja por la preferencia a estas dosis por parte de los microorganismos. Así la Mineralización de la materia orgánica está relacionada directamente con la mineralización del Fósforo, por tanto las concentraciones más bajas de MO % coinciden con los valores más altos de mineralización del elemento Fósforo (Gráfico 20), por lo expuesto por (Montero Vilariño, Marcet Miramontes, Andrade Couce, & Estévez Sío,

1993). La media general fue de 21,65 % de MO y el coeficiente de variación fue de 7,01% que es aceptable para este tipo de investigación.

C. Mineralización de la Materia Orgánica y compostaje

a. Relación Carbono (C): Nitrógeno (N) (C:N)

Tabla 13: ADEVA para relación C:N.

F de V	GL	SC	CM	F calc.	F tab.	
					0,05	0,01
Total (T)	51	40,05				
Tratamientos (Tr)	12	36,76	3,06	36,32	**	2,00 2,66
Activadores (A)	3	4,02	1,34	15,88	**	2,84 4,31
Dosis (D)	2	6,66	3,33	39,50	**	3,23 5,18
A x D	6	16,01	2,67	31,64	**	2,34 3,29
Testigo (Tt) vs Resto	1	10,07	10,07	119,42	**	4,08 7,31
Error Experimental (EE)	39	3,29	0,08			
n= 52		x̄= 1,46		CV (%) = 19,88		

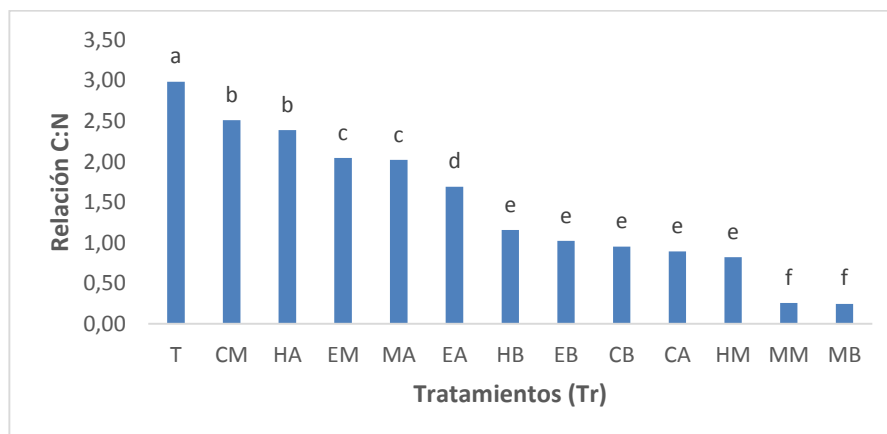
F de V: Fuentes de Variación, **GL:** Grados de Libertad, **SC:** Sumatoria de Cuadrados

CM: Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher Tabulado.

n: Numero de datos, **x̄:** Media general, **CV (%):** Coeficiente de variación.

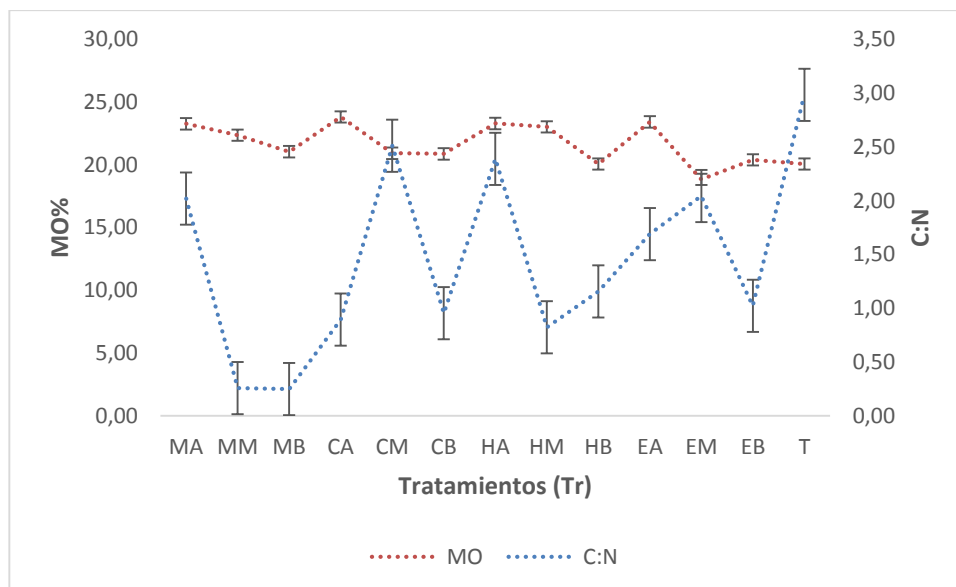
0,05 y 0,01: 5% y 1% de significancia estadística respectivamente.

Elaborado por: Villota. G. (2015).



Elaborado por: Villota. G. (2015).

Gráfico 21: Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para la fuente de variación Tratamientos (Tr) para la relación C:N.



Elaborado por: Villota. G. (2015).

Gráfico 22: Relación entre la Materia Orgánica (MO) en porcentaje (%) y la relación C:N en los tratamientos (Tr) con su respectivo error típico.

Del análisis de datos para la relación C:N se puede observar que existe alta significancia estadística para todas las fuentes de variación que quiere decir que existen diferencias entre las medias para lo cual se realizó la prueba de comparación de medias Tukey al 5% de significancia estadística con sus respectivos rangos de significación que se discutirá en los Gráficos 21 y 22, Los tratamientos resultaron con la menor relación C:N lo que significa que los activadores tuvieron una tasa de mineralización de la materia orgánica más alta que el testigo así mismo en las dosis siendo la mejor la dosis baja, los tratamientos que tuvieron la menor relación C:N y por lo tanto la mayor tasa de mineralización de la MO fue para el activador Melaza a las dosis media y baja que pudo deberse a que los microorganismos en la dosis alta prefirieron los nutrientes en especial el N de la melaza de fácil asimilación que los nutrientes y N del compost que requieren más esfuerzo biológico por lo expuesto por (Sanclemente Reyes, García Arboleda, & Valencia Trujillo, 2011), así mismo para mantener la relación C:N – 8:1 respectivamente en sus cuerpos por lo expuesto por (Tasistro, 2015). Del Gráfico 21 se puede observar que la relación C:N de los tratamientos es más bajo que el testigo

con alta relación C:N, así mismo el bajo porcentaje de MO en el testigo a diferencia del alto porcentaje de MO por parte de los tratamientos hacen referencia a las diferencias marcadas entre las tasas de mineralización; resultando el testigo con la más alta relación C:N y bajo porcentaje de MO lo que significa que la mineralización de la MO fue baja y por tanto los activadores si ayudan o aportan a que se produzca una tasa de mineralización más elevada en los procesos de compostaje, justificando así su utilización. La media general fue de 1,46 la relación C:N y el coeficiente de variación fue de 19,88 % que es aceptable para este tipo de investigación.

b.- Rendimiento del Compostaje.

Para el cálculo del rendimiento se relacionó el tiempo transcurrido hasta finalizar el proceso de compostaje y el peso obtenido por cada tratamiento.

Tabla 14: ADEVA para peso del compost.

F de V	GL	SC	CM	F calc.	F tab.	
					0,05	0,01
Total (T)	51	1625,17				
Tratamientos (Tr)	12	972,05	81,00	4,84	**	2,00 2,66
Activadores (A)	3	234,50	78,17	4,67	**	2,84 4,31
Dosis (D)	2	136,50	68,25	4,08	**	3,23 5,18
A x D	6	494,38	82,40	4,92	**	2,34 3,29
Testigo (Tt) vs Resto	1	106,67	106,67	6,37	**	4,08 7,31
Error Experimental (EE)	39	653,13	16,75			
n= 52			x̄= 17,29	CV (%) = 23,67		

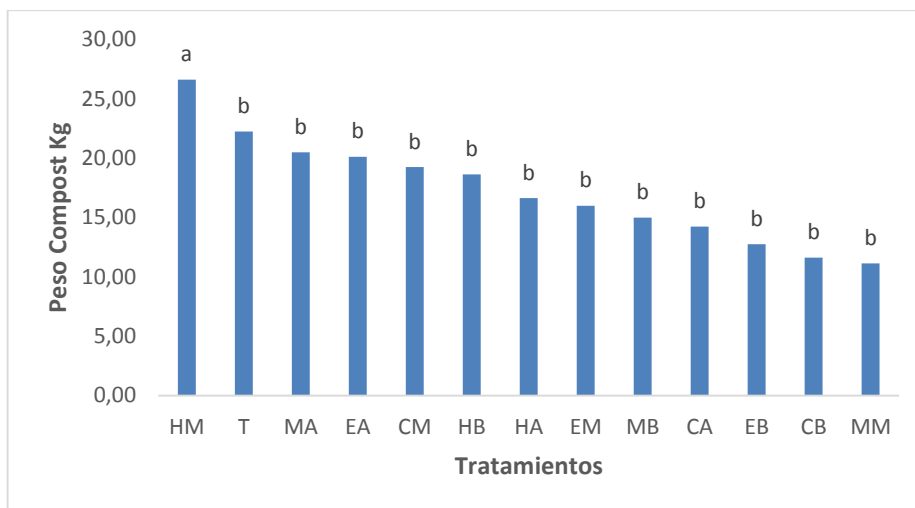
F de V: Fuentes de Variación, **GL:** Grados de Libertad, **SC:** Sumatoria de Cuadrados

CM: Cuadrado medio, **F calc.:** Valor Fisher calculado, **F tab.:** Valor Fisher Tabulado.

n: Numero de datos, **x̄:** Media general, **CV (%):** Coeficiente de variación.

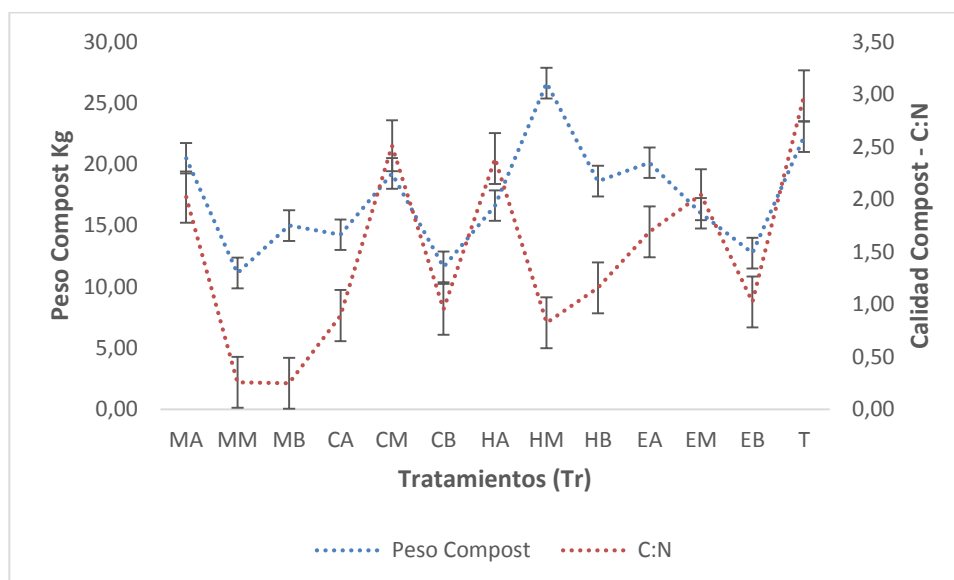
0,05 y 0,01: 5% y 1% de significancia estadística respectivamente.

Elaborado por: Villota. G. (2015).



Elaborado por: Villota. G. (2015).

Gráfico 23. Prueba Tukey al 5% de significancia estadística para la fuente de variación Tratamientos (Tr).



Elaborado por: Villota. G. (2015).

Gráfico 24. Relación entre el Peso de compostaje a 130 días de cosecha y la relación C:N con su respectivo error típico.

Del análisis de datos para la relación C:N se puede observar que existe alta significancia estadística para todas las fuentes de variación que quiere decir que existen diferencias entre las medias para lo cual se realizó la prueba de comparación de medias Tukey al 5% de significancia estadística con sus respectivos rangos de significación que se discutirá en el Gráfico 23. Se tomaron los pesos en Kg del compost tamizado por tratamiento lo que dio como resultado que el tratamiento de Hemozym a dosis media tuvo más

peso cosechado de compost, seguida del Testigo con los otros Tratamientos. Si tomamos en cuenta la interpretación de resultados por el peso de compost por cada tratamiento al parecer el tratamiento con más peso de compost sería el mejor pero eso no es cierto, porque falta, los indicadores de mineralización de la Materia Orgánica (MO) que es indispensable para saber la calidad del compost que es la relación C:N, por esto, en el Gráfico 24 se ve la relación entre el peso cosechado en Kg del compost con la relación C:N de cada tratamiento y se puede observar que el tratamiento Hemozym con dosis media y mayor peso en Kg de compost cosechado tiene alta relación C:N que los tratamientos Melaza a dosis media y baja con bajo peso de compost cosechado pero la menor relación C:N, es decir, más mineralizado. Por tanto, el testigo a pesar de tener el peso más alto que los otros tratamientos restantes tiene la mayor relación C:N que todos, es decir de baja mineralización, ratificando la mejor mineralización al activador Melaza. La media general fue de 17,29 Kg la relación C:N y el coeficiente de variación fue de 23,67 % que es aceptable para este tipo de investigación.

Tabla 15: Los mejores tratamientos para realizar compost.

Contenido nutricional del compost	Mejores tratamientos	Dosis.
Nitrógeno (N)	MM	1L
	MB	0,5L
Fósforo (P)	HA	1,5L
Potasio (K)	CB	2g

Elaborado por: Villota. G. (2015).

En resumen se puede observar que los mejores tratamientos en función de la cantidad de Nitrógeno (N) con melaza a una dosis media de 1L , y melaza a una dosis baja de 0,5 L .En el contenido de Fósforo (P) . Hemozym con una dosis alta de 1,5 L y en el contenido de potasio (k) y con Compost Treet con una dosis baja de 2g.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CONCLUSIONES.

Luego de haber realizado la investigación: “Evaluación de Hemozym, EMS, Melaza y Compost Treet como activadores en la elaboración de compost a partir de residuos vegetales y residuos animales”, se plantea las siguientes conclusiones:

- Los activadores Melaza, Compost Treet, Hemozym y EMS inciden en la mineralización de la Materia Orgánica en interacción con la dosis alta, media y baja.
- La Melaza, Fue el mejor activador que influyó en la mineralización y compostaje de la materia orgánica.
- Las dosis baja general es la que mejor influyó en la mineralización y compostaje de la materia orgánica.
- El testigo con relación a los tratamientos tuvo baja mineralización y compostaje en la materia orgánica.
- En cuanto a la variable contenido nutricional del compost los mejores tratamientos para contenido de N fueron el activador Melaza a dosis media y baja, para contenido de P el mejor fue activador Hemozym a dosis alta, para contenido de K el mejor fue Compost Treet a dosis baja.
- En cuanto a la variable Fósforo asimilable los tratamientos respondieron bien al acercarse a los rangos de pH para la disponibilidad del Fósforo en sus especies de ortofosfato primario y secundario destacándose el Activador Compost Treet a dosis alta.
- La variable Mineralización de materia orgánica y compostaje con la relación C:N más baja fueron los tratamientos con el activador Melaza a las dosis media y baja los que mejor se destacaron.

4.2. RECOMENDACIONES.

Se recomienda a partir de los resultados obtenidos en la investigación:

- Utilizar activadores que ayuden a la mineralización de la Materia Orgánica para la producción de compost, teniendo en cuenta las dosis.
- Capacitar a la gente sobre la importancia del reciclaje de nutrientes y cierre de ciclos biogeoquímicos de los nutrientes esenciales en la relación suelo – planta – clima en campo, a través, de proyectos de compostaje de la materia orgánica y tratamiento de residuos agropecuarios y urbanos.
- Tener en cuenta siempre las relaciones C:N de los residuos o materiales orgánicos a utilizar en proyectos de compostaje, así mismo de las condiciones climáticas en los sitios de producción para planificar la cosecha de compost de buena calidad.
- Realizar investigaciones sobre las tasas de mineralización de la materia orgánica, con el uso de activadores tomando en cuenta las dosis en tiempo y espacio, para implementar programas de fertilización química y en el proceso tener la posibilidad de ahorrar insumos agrícolas.
- Implementar modelos de mineralización de la Materia Orgánica en tiempo y espacio para eficientar los procesos de compostaje y producción.
- Estar pendiente en los procesos de compostaje de la temperatura, pH, volteos y cumplir con la altura de las camas de compostaje procurando que sea de 2.00 m para eficientar el proceso.
- Tomar en cuenta la superficie de contacto de los residuos biológicos a utilizarse para que los procesos de compostaje se faciliten, es decir procurando que estén bien fraccionados; evitando altas relaciones C:N de estos materiales que alteran el proceso según sea el caso, como las resinas vegetales.

- Realizar capacitaciones prácticas a los agricultores sobre los procesos de compostaje y como hacerlos más eficientes con el uso de activadores de la mineralización de la Materia Orgánica.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, L. (2009). *Contaminación Ambiental*. Recuperado el 22 de 01 de 2014, de Contaminación Ambiental: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.com/>

Álvarez, J. (octubre de 2008). *Valoración energética de los residuos y sub productos de la pesca*. Recuperado el 12 de diciembre de 2011, de www.planalidadproductospesqueros.es

Aparcana, S. (12 de octubre de 2008). *Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso de fermentación anaerobia para la producción de biogas*. Recuperado el 12 de diciembre de 2011, de www.germanprofec.com/upoad/

APROLAB. (Julio de 2007). *MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE*. Recuperado el 01 de 02 de 2014, de *MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE*: <https://n-1.cc/file/download/1853991>

Ayovi, F. (2010). *Manual de gestión y control Ambiental*. Ecuador: R.N Industria grafica.

Bamforth, C. (2007). *Alimentos fermentación y microorganismos*. España: ACRIBIA S.A.

Basantes, E. (2009). *Elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brocoli (Brassica oleracea var. Legacy)*. Riobamba.

Bermúdez, M. (01 de 01 de 2010). *CONTAMINACION Y TURISMO SOSTENIBLE*. Recuperado el 22 de 01 de 2014, de *CONTAMINACION Y TURISMO SOSTENIBLE*: <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>

Borderías, P. (2008). *Evaluacion del impacto ambiental1*. España: UNED.

Botero, R., & Preston, T. (1987). *Biodigestor de bajo costo para la produccion de combustible y fertilizante a partir de estiércol*. Costa Rica: MVZ.

Calvo, M. (2007). *Sostenibilidad ambiental huella ecologica*. Quito: Servilibros.

CEPE. (2007). *Protocolo sobre la evaluacion estrategica del emdio ambiente en la conservacion sobre la evaluacion del mpacto ambiental*. Peru: Pearson.

Céspedes, C. (2005). *Agricultura organica principios y practicas de producción*. Chile: Centro regional de investigacion QUILAMAPU.

De la Orden, E. (2007). *Contaminacion Ambiental*. Catamarca: Editorial Cientifica Universitaria Catamarca.

Fajardo Castillo, É. E., & Sarmiento Forero, S. C. (2007). *Evaluación de la melaza de caña de caña como sustrato para la producción de Saccharomyces cerevisiae*. Bogotá - Colombia, Pontificia Universidad Javeriana: PUJ.

FAO. (1995). *Trade Policy Technical Briefs*. Recuperado el 5 de octubre de 2011, de [http:// www.infoam.org](http://www.infoam.org)

Foero, G. (2005). *Granja Integral Autosuficiente*. Bogota: Fundacion hogares juveniles campesinos.

FUNDACION SALVADOREÑA. (2000). Recuperado el 29 de 01 de 2014, de FUNDACION SALVADOREÑA: www.funsalprodese.org.sv/pdf

Gomez, A., & Tobar, X. (2008). *Elaboracion de un abono organico fermentado a partir de residuos de flores(petalos de rosa) y su caracterizacion para el uso en la produccion de albahaca (Ocimum basilicum)*. Bogota.

Herrera, J., & Lorente, B. (1989). *Biblioteca De La AGRICULTURA*. Barcelona - España: Mayo 1998.

Huyata, R. (13 de Agosto de 2006). *Manual de elaboracion de abono foliar*. Recuperado el 22 de octubre de 2010, de <http://elagronomico.blogspot.com>

ICADE. (s.f.). *Manual de Lombricultura*.

INIA. (2005). *Agricultura Organica Principios y Practicas de produccion*. Chile: Instituto de Investigacion Agropecuario Chile.

IPNI. (2010). *Dinámica del Fósforo en el suelo*. Quito - Ecuador: International Plant Nutrition Institute (IPNI).

Lara, J. S. (2001). *Historia de la iglesia catolica en el Ecuador*. Quito: Abya - Yala.

López Portillo y Ramos, M. (Septiembre de 1982). *Secretaría de Salubridad y Asistencia*. Recuperado el 28 de 01 de 2014, de Secretaría de Salubridad y Asistencia: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base>

Maroto, E. (2010). *Horticultura herbacea especial*. Madrid: Mundiprensa.

Marqués López, L. (2013). *Modelización de la descomposición de la maetria orgánica en suelos del Pirineo central*. Zaragoza - España: Universidad de Zaragoza.

Marqués López, L. (2013). *Modelización de la descomposición de la materia orgánica en suelos del Pirineo central*. Zaragoza - España: Universidad de Zaragoza.

Marqués López, L. (2013). *Modelización de la descomposición de la materia orgánica en suelos del Pirineo central*. Zaragoza - España: Universidad de Zaragoza.

Medina, A. (2 de febrero de 2000). *El biol y el biosol en la agricultura*. Recuperado el 12 de enero de 2012, de <http://www.revistafuturos.info/download/down12/sostenAmbHuellaEco.p>

Montero Vilariño, J., Marcet Miramontes, P., Andrade Couce, L., & Estévez Sío, J. (1993). *Efecto de la adición de lodo residual urbano sobre la mineralización del N, pH y contenidos de P y Materia orgánica en el*

suelo a lo largo de un periodo de incubación. Vigo - España: Sociedad Española de la Ciencia del Suelo.

Nebel, b. (2005). *Ecología y desarrollo sostenible*. Peru: Pearson.

Novo, M. (2006). *Crisis ambiental y desarrollo sostenible*. Madrid: Pearson educacion s.a.

Otero, J. (2006). *Introducción al Diseño Experimental*. Quito - Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE.

Paltrinieri, G. (2009). *Sub productos animales, suelos y agua*. Mexico: Trillas.

Prause, J., de Lifschitz, A., & Toledo, D. (2003). Dinámica de la mineralización de N, P, y K en hojas de *Schinopsis balansae* Engl. sobre un suelo forestal del Parque Chaqueño Húmedo. *Quebracho*, 7.

Pérez, P., & Viniegra, G. (2007). *Potencial del uso de estiércol en la alimentación de bovinos*. Mexico: UNA.

Pía, P., & Viniegra, G. (2007). *Potencial del uso de estiércol en la alimentación de bovinos*. Mexico: UNA.

Potter, N., & Hotchkiss, J. (2000). *Ciencia de los alimentos*. España: Acribia SA.

Raquel, G. (2006). *El proceso de Compostaje*. Recuperado el 02 de 02 de 2014, de El proceso de Compostaje: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5307/rbg1de1.pdf;jsessionid=44FE1F25AE6D45569786ED39B5020789.tdx2?sequence=1>

- Restrepo, J. (2007). *Elaboracion de abonos organicos fermentados y biofertilizantes foliares*. Costa Rica: ILCA.
- Reyes, C. S. (2003). El Suelo. En C. S. Reyes, *Abonos Organicos* (pág. 9). Ricardo Palomino.
- Roben, E. (2002). *Manual de Compostaje de Municipios*. Loja, Loja, Ecuador. Recuperado el 19 de enero de 2012, de <http://www.resol.com.br/Cartilha7/ManualCompostajeparaMunicipios.pdf>
- Romero, a. (2010). *Contaminacion Ambiental*. Mexico: Trillas.
- Rosas, M. (2003). *Agricultura organica practica:Alternativas tecnológicas para la agricultura del futuro*. Bogota: ICA.
- s.r. (24 de mayo de 2006). *ANDINA*. Recuperado el 12 de octubre de 2010, de www.andina.com.pe/Español/Noticia.aspx
- s.r. (17 de mayo de 2008). *El paraíso de la pesca*. Recuperado el 22 de julio de 2011, de www.clubdelamar.org/derivados.htm
- Salaya, J. (2010). *Elaboracion artesanal de dos abonos organicos liquidos fermentados y su efectividad en la produccion de plantulas de chile habanero*. Tabasco.
- Salgado, G., & Nuñez, E. (2010). *Respuesta a la soca de caña de azucar a la fertilizacion N,PK*. Argentina: El Alenco.

- Sánchez, C. (2003). *Los abonos organicos-Abonos organicos y lombricultura*. Ecuador: Servilibros.
- Sánchez, J. (2010). *Fertilizantes el aliemnto de nuestros alimentos*. Mexico: Trillas.
- Sanclemente Reyes, Ó. E., García Arboleda, M., & Valencia Trujillo, F. L. (2011). Efecto del uso de melaza y microorganismos eficientes sobre la tasa de descomposición de la hoja de caña (*Saccharum officinarum*). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental (RIAA)*, 7.
- Spiegel, J., & Lucien, Y. (2007). *Control de la Contaminacion Ambiental*. Peru: GOELZER.
- Suquilanda, M. (2006). *Agricultura organica alternativa tecnologica del futuro*. Quito-Ecuador: Fundacion para el desarrollo Agropecuario.
- Suquilanda, M. (2006). *Serie Agricultura Orgànica*. Quito: FUNDAGRO.
- Sztern, D., & Pravia, M. (2009). *Manual para la elaboracion de compost*. Peru: OPS.
- Tasistro, A. (2015). Aspectos básicos del manejo de Nitrógeno. *Conferencia IPNI "On line"* (pág. 113). México - Méxio: IPNI.
- Tompkins, P. y. (2002). *Manual para la elaboracion de Compost*. Estados Unidos: ISBN.
- V, D. C. (2012). *Procedimientos para la elaboración de abonos*. Recuperado el 02 de 02 de 2014, de Procedimientos para la elaboración de

abonos:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3277/1/TESIS.pdf>

Zamora, F., & Torres, D. (2008). *Evaluacion de fuentes organicas sobre el desarrollo de los vegetales*. Costa Rica: FTG.

Zamora, F., & Torres, D. (2008). *Evaluacion de fuentes organicas sobre el desarrollo de los vegetales*. Costa Rica: FTG.

VII. ANEXOS.

Anexo 1: Construcción del galpón



Fuente: Villota. G. (2015).

Anexo 2: Galpón terminado



Fuente: Villota. G. (2015).

Anexo 3: División de parcelas y ubicación de rótulos




Fuente: Villota. G. (2015).

Anexo 4: Unidades experimentales identificadas




Fuente: Villota. G. (2015).

Anexo 5: Análisis de laboratorio tratamiento T1R1




LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																																																																											
DATOS DE PROPIETARIO Nombre: GEOVANNY VILLOTA Ciudad: Teléfono: 0990101010 Fax:	DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Carchi Cantón: Huaca Parroquia: Huaca Sitio: Huaca																																																																																										
DATOS DEL LOTE Sitio: Huaca Superficie: Número de Campo: CB4 Cultivo Actual: A Cultivar:	DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 6146 Tipo de Análisis: Elemental Muestra: Abono Orgánico CB4 Fecha de Ingreso: 2015-05-22 Fecha de Reporte: 2015-05-27																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>41.94</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>231.86</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>9.24</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>pH</td><td>6.39</td><td></td></tr> <tr><td>Acidez Int. (Al+H)</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Al</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Na</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ce</td><td></td><td>mS/cm</td></tr> <tr><td>MO</td><td>18.82</td><td>%</td></tr> </tbody> </table>	Nutriente	Valor	Unidad	N	41.94	ppm	P	231.86	ppm	S		ppm	K	9.24	meq/100 ml	Ca		meq/100 ml	Mg		meq/100 ml	Zn		ppm	Cu		ppm	Fe		ppm	Mn		ppm	B		ppm	pH	6.39		Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	Al		meq/100 ml	Na		meq/100 ml	Ce		mS/cm	MO	18.82	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">INTERPRETACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td style="text-align: center;">TOXICO</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"> 0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Acido</td> <td style="text-align: center;">Lig. Acido</td> <td style="text-align: center;">Pract. Neutro</td> <td style="text-align: center;">Lig. Alcalino</td> <td style="text-align: center;">Alcalino</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No Salino</td> <td style="text-align: center;">Lig. Salino</td> <td style="text-align: center;">Salino</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Muy Salino</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>	INTERPRETACION		BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO	0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0				Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino	BAJO	MEDIO	ALTO			No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino		BAJO	MEDIO	ALTO		
Nutriente	Valor	Unidad																																																																																									
N	41.94	ppm																																																																																									
P	231.86	ppm																																																																																									
S		ppm																																																																																									
K	9.24	meq/100 ml																																																																																									
Ca		meq/100 ml																																																																																									
Mg		meq/100 ml																																																																																									
Zn		ppm																																																																																									
Cu		ppm																																																																																									
Fe		ppm																																																																																									
Mn		ppm																																																																																									
B		ppm																																																																																									
pH	6.39																																																																																										
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																																																																																									
Al		meq/100 ml																																																																																									
Na		meq/100 ml																																																																																									
Ce		mS/cm																																																																																									
MO	18.82	%																																																																																									
INTERPRETACION																																																																																											
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO																																																																																								
0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0																																																																																											
Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino																																																																																							
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino																																																																																								
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg (meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th>(%)</th> <th>Clase Textural</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mg</td> <td>K</td> <td>K</td> <td>Sum Bases</td> <td>NTot</td> <td>Cl</td> <td>Arena</td> <td>Limo</td> <td>Arcilla</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>9.24</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural	Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla					9.24							Dr. Quím. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio 																																																															
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural																																																																																					
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																																																																																			
			9.24																																																																																								




Fuente: G. Villota. (2015).

Anexo 6: Análisis de laboratorio tratamiento T2R3



LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																																																																											
DATOS DE PROPIETARIO Nombre: GEOVANNY VILLOTA Ciudad: Teléfono: 0990101010 Fax:	DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Carchi Cantón: Huaca Parroquia: Huaca Sitio: Huaca																																																																																										
DATOS DEL LOTE Sitio: Huaca Superficie: Número de Campo: EA1 Cultivo Actual: A Cultivar:	DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 6141 Tipo de Análisis: Elemental Muestra: Abono Orgánico EA1 Fecha de Ingreso: 2015-05-22 Fecha de Reporte: 2015-05-27																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>72.09</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>278.92</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>14.19</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>pH</td><td>6.53</td><td></td></tr> <tr><td>Acidez Int. (Al+H)</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Al</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Na</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ce</td><td></td><td>mS/cm</td></tr> <tr><td>MO</td><td>26.70</td><td>%</td></tr> </tbody> </table>	Nutriente	Valor	Unidad	N	72.09	ppm	P	278.92	ppm	S		ppm	K	14.19	meq/100 ml	Ca		meq/100 ml	Mg		meq/100 ml	Zn		ppm	Cu		ppm	Fe		ppm	Mn		ppm	B		ppm	pH	6.53		Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	Al		meq/100 ml	Na		meq/100 ml	Ce		mS/cm	MO	26.70	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">INTERPRETACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td style="text-align: center;">TOXICO</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"> 0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Acido</td> <td style="text-align: center;">Lig. Acido</td> <td style="text-align: center;">Pract. Neutro</td> <td style="text-align: center;">Lig. Alcalino</td> <td style="text-align: center;">Alcalino</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No Salino</td> <td style="text-align: center;">Lig. Salino</td> <td style="text-align: center;">Salino</td> <td style="text-align: center;">Muy Salino</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	INTERPRETACION		BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO	0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0				Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino	BAJO	MEDIO	ALTO			No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino		BAJO	MEDIO	ALTO		
Nutriente	Valor	Unidad																																																																																									
N	72.09	ppm																																																																																									
P	278.92	ppm																																																																																									
S		ppm																																																																																									
K	14.19	meq/100 ml																																																																																									
Ca		meq/100 ml																																																																																									
Mg		meq/100 ml																																																																																									
Zn		ppm																																																																																									
Cu		ppm																																																																																									
Fe		ppm																																																																																									
Mn		ppm																																																																																									
B		ppm																																																																																									
pH	6.53																																																																																										
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																																																																																									
Al		meq/100 ml																																																																																									
Na		meq/100 ml																																																																																									
Ce		mS/cm																																																																																									
MO	26.70	%																																																																																									
INTERPRETACION																																																																																											
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO																																																																																								
0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0																																																																																											
Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino																																																																																							
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino																																																																																								
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg (meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th>(%)</th> <th colspan="2">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>14.19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural		Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla				14.19						Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio 																																																																
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural																																																																																					
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																																																																																			
			14.19																																																																																								



Fuente: G. Villota. (2015).

Anexo 7: Análisis de laboratorio tratamiento T3R4



LABORONORTE

LABORATORIOS NORTE


Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																															
DATOS DE PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD																												
Nombre: GEOVANNY VILLOTA			Provincia: Carchi																												
Ciudad:			Cantón: Huaca																												
Teléfono: 0990101010			Parroquia: Huaca																												
Fax:			Sitio: Huaca																												
DATOS DEL LOTE			DATOS DE LABORATORIO																												
Sitio: Huaca			Nro Reporte.: 6143																												
Superficie:			Tipo de Análisis: Elemental																												
Número de Campo: HA4			Muestra: Abono Orgánico HA4																												
Cultivo Actual:			Fecha de Ingreso: 2015-05-22																												
A Cultivar:			Fecha de Reporte: 2015-05-27																												
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION																												
N	172.15	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
P	368.13	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
S		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
K	14.30	meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
Ca		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
Mg		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
Zn		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
Cu		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
Fe		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
Mn		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
B		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
pH	6.34		<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table>																												
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
Al		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
Na		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
Ce		mS/cm	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
MO	22.37	%	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg (meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>14.30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural			Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla				14.30					
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural																										
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																							
			14.30																												
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio																															




Fuente: G. Villota. (2015).

Anexo 8: Análisis de laboratorio tratamiento T4R2



LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS											
DATOS DE PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD								
Nombre: GEOVANNY VILLOTA			Provincia: Carchi								
Ciudad:			Cantón: Huaca								
Teléfono: 0990101010			Parroquia: Huaca								
Fax:			Sitio: Huaca								
DATOS DEL LOTE			DATOS DE LABORATORIO								
Sitio: Huaca			Nro Reporte.: 6157								
Superficie:			Tipo de Análisis: Elemental								
Número de Campo: HM1			Muestra: Abono Orgánico HM1								
Cultivo Actual:			Fecha de Ingreso: 2015-05-22								
A Cultivar:			Fecha de Reporte: 2015-05-27								
Nutriente		Valor	Unidad	INTERPRETACION							
N	513.43	ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> </table>								
P	364.93	ppm									
S		ppm									
K	13.64	meq/100 ml									
Ca		meq/100 ml									
Mg		meq/100 ml									
			BAJO	MEDIO	ALTO						
Zn		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> </table>								
Cu		ppm									
Fe		ppm									
Mn		ppm									
			BAJO	MEDIO	ALTO						
B		ppm	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>								
			BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO					
			0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0								
pH	7.06		<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table>								
			Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino				
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> </table>								
Al		meq/100 ml									
Na		meq/100 ml									
			BAJO	MEDIO	ALTO						
Ce		mS/cm	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td><td style="width: 25%;"></td></tr> </table>								
			No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino					
MO	23.26	%	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> </table>								
			BAJO	MEDIO	ALTO						
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)						
Mg	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural			
		13.64									
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio 											



Fuente: G. Villota. (2015).