



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



PROGRAMA SEMIPRESENCIAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SEDE EL ÁNGEL-CARCHI

TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado a la Unidad de Titulación como requisito previo
a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

“Evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos inoculando
microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso de la
descomposición en el Ángel, Cantón Espejo, Provincia del Carchi”.

Autor:

Rommel Bagnolim López Eches

Docente tutor:

Ing. Manuel Eraclio Aguilar Aguilar, MSc.

ESPEJO – EL ANGEL- CARCHI

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA SEMIPRESENCIAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SEDE EL ÁNGEL-CARCHI
TRABAJO DE TITULACIÓN

Presentado al h. consejo directivo como requisito previo a la obtención del título
de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

“Evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos inoculando microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso de la descomposición en el Ángel, Cantón Espejo, Provincia del Carchi”

Tribunal de sustentación

Ing. Agr. Carlos Barros Veas, M.Sc.

Presidente

Ing. Agr. Oscar Raúl Arévalo Vallejo

Vocal

Ing. Agr. Raúl Castro Proaño, M.Sc.

Vocal

DEDICATORIA

Aunque en la mayoría de las veces parece que estuviéramos en una batalla, hay momentos en los que la guerra cesa y nos unimos para lograr nuestros objetivos.

Este trabajo lo dedico a mi madre que es el pilar fundamental de mi vida, a mi esposa, a mis hijos, hermanos, amigos y de manera especial a toda la gente de mi comunidad que día a día luchan por sacar a sus familias adelante y que han sido parte de mi formación profesional convirtiéndose en un pilar fundamental para seguir por el camino de la sabiduría manteniendo la humildad de siempre pero con pasos firmes para conseguir las metas que me he propuesto en este mundo.

Rommel Bagnolim López Eches

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento de este trabajo de investigación va dirigido primero a Dios que me dio la vida, su bendición, amor, salud.

A mis padres por brindarme todo su cariño, apoyándome para poder seguir siempre a delante.

A mi esposa que día a día lucha junto a mí por ser mejores en esta vida a mis hijos, hermanos y amigos por su apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica de Babahoyo Programa Semi presencial de Ingeniería Agronómica sede El Ángel por brindarnos las facilidades y oportunidades para seguir estudiando, a todos los tutores de manera especial al Ing. Manuel Aguilar y compañeros con los que compartimos grandes experiencias en las aulas durante el proceso de formación académica.

Rommel Bagnolim López Eches

CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD

Yo Rommel Bagnolim López Eches con C/C 0401034293, certifico ante las autoridades de la Universidad Técnica de Babahoyo que el contenido de mi trabajo de titulación cuyo tema es “Evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos inoculando microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso de la descomposición en el Ángel, Cantón Espejo, Provincia del Carchi”, 2017, presentada como requisito de graduación de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FACIAG, ha sido elaborado en base a la metodología de la investigación vigente, consultas bibliográficas y lincográficas.

En consecuencia asumo la responsabilidad sobre el cuidado de las fuentes bibliográficas que se incluyen dentro de este documento escrito.

Rommel Bagnolim López Eches

ÍNDICE

I	INTRODUCCIÓN	4
1.1.	Objetivos.....	6
1.2.	Objetivo general.....	6
1.3.	Objetivos específicos.....	6
II	MARCO TEORICO	7
2.1.	Antecedentes.....	7
2.2.	El compost.....	7
2.3.	Elaboración de compost.....	9
2.4.	Residuos vegetales.....	9
2.5.	Manejo de los desechos sólidos orgánicos.....	11
2.6.	Propiedades del compost.....	11
2.7.	Sistemas de compostaje.....	12
2.8.	Beneficios que tiene el compost.....	13
2.9.	Sistemas de compostación.....	14
2.10.	Microorganismos mejoradores del compostaje.....	14
	Fundamentación legal	15
III	MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1.	Ubicación del Ensayo.....	16
3.2.	Material Experimental.....	16

3.3. Materiales de campo y equipos.....	17
3.4. Factores estudiados.....	18
3.5. Métodos.....	18
3.6. Tratamientos.....	18
3.8. Análisis funcional.....	19
3.8.1. Infraestructura para el proceso	20
3.8.2. Material orgánico	20
3.8.3. Clasificación de la materia orgánica	20
3.8.4. Picado	20
3.8.5. Apilado	20
3.8.6. Inoculación de microorganismos	20
3.8.7. Riego	20
3.8.9. Cosecha	21
3.9. Datos Evaluados.....	21
3.9.1. Temperatura	21
3.9.2. Medición de pH	21
3.9.3. Humedad	21
3.9.4. Tiempo de descomposición	22
3.9.5. Calidad nutricional del compost (análisis químico)	22
3.9.6. Determinación del rendimiento	22
3.9.7. Análisis económico	22

IV RESULTADOS.....	23
4.1. Datos de temperatura semanales registradas en las composteras	23
4.1.1. Primera semana.....	23
4.1.2. Segunda semana	23
4.1.3. Tercera semana	23
4.1.4. Cuarta semana	24
4.1.5. Temperaturas de la quinta semana	25
4.1.6. Temperaturas de la sexta semana.....	25
4.1.7. Temperaturas de la séptima semana	26
Prueba de Tukey al 5%, para datos de temperatura de la séptima semana ..	26
4.1.8. Temperaturas de la octava semana	27
4.2. Humedad	29
4.3. Tiempo de descomposición.....	29
4.4. Rendimiento.....	30
4.5. Análisis de los tratamientos.....	31
4.6. Análisis económico	32
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
VI. RESUMEN	35
VII. SUMMARY	36
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	37
APÉNDICE	39

I INTRODUCCIÓN

El impacto ecológico y socioeconómico de la agricultura convencional ha puesto en evidencia sus grandes limitaciones para resolver el problema de la seguridad y la soberanía alimentarias, especialmente en los países con alta diversidad geográfica, ecológica y cultural. Las innovaciones tecnológicas relacionadas con la agricultura han modificado profundamente el modo de producción de los alimentos y han tenido consecuencias graves para el suelo. En el modelo de agricultura convencional el recurso suelo ha sido considerado simplemente como un soporte inerte, una fuente de nutrientes para el desarrollo de las plantas. Se lo ha trabajado de manera mecanizada y con aperos de labranza poco adaptados a su realidad. Se le han aplicado agroquímicos sin ningún tipo de consideración ambiental, sin entender que este recurso conocido por nuestros ancestros como Pachamama tiene vida y su dinámica está estrechamente relacionada con los ciclos de la naturaleza.¹

El uso de materia orgánica o abonos orgánicos facilitan la diversidad de microorganismos y generan un suelo en equilibrio y se ha convertido en la base para el desarrollo de agricultura orgánica.

“Es un hecho científico conocido que la materia orgánica es un factor limitante en la fertilidad de los suelos. Mejora considerablemente sus propiedades físicas (estabilidad estructural, porosidad y control de la temperatura), sus propiedades químicas (capacidad de cambio catiónico, capacidad tamponante y procesos redox) y sus propiedades biológicas (favorece el establecimiento y el fomento de la biodiversidad”).²

¹ (Suquilanda Valdivieso, 2017), Suquilanda Valdivieso, M. (12 de 02 de 2017). Manejo agroecológico de suelos. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de balcon.magap.gob.ec: <http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/libro/Manejo%20Agroecolo%CC%81gico%20Suelos%20MSV.pdf>

² (Tortosa, La importancia de la materia orgánica en la naturaleza, 2011), La importancia de la

La presencia de materia orgánica tiene un efecto importante sobre la capacidad de intercambio catiónico del suelo, que podría considerarse como el potencial del mismo para retener e intercambiar nutrientes, influyendo directamente sobre la nutrición de los cultivos. Al mismo tiempo actúa como tampón de pH en el suelo, evitando degradación del mismo. Paralelamente, la materia orgánica evita la disgregación de las partículas de suelo y disminuye su erosión, mantiene la humedad disponible para los cultivos durante un tiempo superior, y evita oscilaciones importantes de la temperatura, todo ello a la vez que mejora la vida microbiológica, favorece la población de micro y macroorganismos activos y aumenta la biodiversidad.³

Los microorganismos son los componentes más importantes del suelo. Constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. La diversidad de microorganismos que se encuentran en una fracción de suelo cumple funciones determinantes en la transformación de los componentes orgánicos e inorgánicos que se le incorporan. Esto permite comprender su importancia en la nutrición de las plantas al efectuar procesos de transformación hasta elementos que pueden ser asimilados por sus raíces. La microflora del suelo está compuesta por bacterias, actinomicetos, hongos, algas, virus y protozoarios. Entre las funciones más importantes que cumplen asociadamente son los procesos de transformación.⁴

materia orgánica en la naturaleza. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de [compostandociencia.com](http://www.compostandociencia.com): <http://www.compostandociencia.com/2011/06/la-importancia-de-la-materia-organica-html/>

³ (Nieto Del Río, 2017), La importancia de la materia orgánica en el suelo. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de [agriculturasostenible.org](http://www.agriculturasostenible.org): http://www.agriculturasostenible.org/v_portal/informacion/informacionver.asp?cod=7675&te=2313&idage=11287&vap=0&npag=2

⁴ (Oriusbiotech, 2015), Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de [Oriusbiotech.com](http://www.oriusbiotech.com): https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Los_microorganismos_del_suelo_en_la_nutrici%C3%B3n_vegetal.

Por lo mencionado con anterioridad lo que se busca en la investigación es el análisis de transformación de materia vegetal en una composición de materia orgánica que se pueda incorporar a los cultivos con la aplicación de bacterias, acelerando el proceso de degradación.

1.1. Objetivos

1.2. Objetivo general

Evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos inoculando microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso descomposición.

1.3. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de microorganismos incorporados en la materia orgánica en la producción de compost.

- Identificar el tratamiento que acelera la transformación de los desechos orgánicos en compostaje.

- Analizar económica mente los tratamientos

II MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

Según Añón Vermican, (2014), La palabra “Compost” tiene su origen del latín; y significa “poner juntos”. Tiene su explicación pensando que el proceso de compostaje junta un sinfín de materiales diversos y al principio desorganizado, cuyo “ensamblaje” inicia un complicado proceso de fermentaciones y descomposiciones, dando lugar a un elemento “organizado” y más o menos estable, como es el humus, el cual se convierte en factor clave de fertilidad de la tierra.

De la misma manera el autor Añón (2014), resalta que el desarrollo de la técnica de compostaje a gran escala tiene su origen en India Central gracias a las investigaciones desarrolladas por el inglés Sir Albert Howard; impulsor también de la agricultura orgánica. Su éxito consistió en combinar sus conocimientos científicos con los tradicionales de los campesinos. Desde un punto de vista agronómico estableció métodos precisos del proceso de compostaje (“Método Indore” 1924-1931 desarrollado en el Instituto para el cultivo de las Plantas en Indore; India Central), destacando el valor del compost tanto por sus cualidades fertilizantes como por sus propiedades estructuradoras, regeneradoras protectoras y vivificadoras de las tierras de cultivo.

2.2. El compost

2.2.1. Características generales

“La materia orgánica es uno de los componentes del suelo, en pequeña porción, formada por los restos vegetales y animales por la acción de la microbiota del suelo es convertido en materia rica, reserva importante de nutrientes para las plantas, asegurando la disponibilidad de macro y micronutrientes, como menciona Corbella & Fernández de Ullivarri”, (2006).

El compost es uno de los mejores abonos orgánicos que se puede obtener de forma fácil y que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos.

Es el resultado de un proceso controlado de descomposición de materiales orgánicos debido a la actividad de alimentación de diferentes organismos del suelo, con presencia de aire, Agricultura agropecuaria, (1995).

La producción del Compost viene efectuándose desde hace muchos años y es una tecnología bien conocida y desarrollada. Este proceso se basa en la fermentación bacteriana de la materia orgánica contenida, en presencia de aire. Los microorganismos que realizan este proceso de fermentación aerobia son termófilos, es decir, que trabajan a temperaturas altas (50 – 60%) y el producto resultante de esta fermentación de la materia orgánica es un humus, aplicable al terreno Agricultura agropecuaria, (1995).

Según Comunidad Eco (2015), mencionan cual es la importancia que tiene el compost en el suelo. El compost es uno de los mejores abonos orgánicos que se puede obtener en forma fácil y que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos. Es el resultado de un proceso controlado de descomposición de materiales orgánicos debido a la actividad de alimentación de diferentes organismos del suelo en presencia de aire. El abono compostado es un producto estable, que se le llama humus. Este abono orgánico se construye con el estiércol de los animales de granja, residuos de cosechas, desperdicios orgánicos domésticos y papel. El proceso de compostaje tiene la particularidad que es un proceso que se da con elevadas temperaturas.

Según Sztern D. y Pravia M. (1999), el compost es todo material que se obtiene de la degradación y mineralización de materiales orgánicos que provienen directa o indirectamente de las plantas y/o animales. En general los abonos orgánicos se clasifican en dos tipos un abono orgánico que resulta de la descomposición del estiércol de animales con residuos vegetales, los cuales han sido mezclados en un “montón o pila” y dejados en reposo por algún tiempo, para que actúen sobre el millones de microorganismos que descomponen estos residuos.

“El Compost no es exactamente un abono, sino un regenerador orgánico del terreno, pero por analogía con los abonos químicos con frecuencia se les denomina abonos orgánicos, Agricultura agropecuaria”, (1995).

Suquilanda M. (1995), “manifiesta que, el compost es un abono orgánico que resulta de la descomposición de residuos de origen animal y vegetal. La descomposición de estos residuos ocurre bajo condiciones de humedad y temperatura controladas”.

Para Rueda P. (2000), “el compostaje es el proceso mediante el cual distintos materiales orgánicos en proporciones y tamaños definidos, se mezclan con el objeto de lograr una rápida transformación de la materia orgánica, en presencia de oxígeno y con adición de microorganismos especializados”.

2.3. Elaboración de compost

Como menciona La Bioguía (2012), la elaboración del compostaje se hizo con la reutilización de desechos que pueden ser procedentes del jardín: restos de césped (de la siega), hojas, paja, serrín, ramas podadas, restos de flores o de plantas sanas. De los restos de pináceas y cupresáceas, etc., (en general todas las especies resinosas) surge un compost de composición lenta, demasiado ácido para ser usado en los jardines por lo que hay que evitar usar este tipo de material. No se deben echar malas hierbas ni plantas enfermas.

2.4. Residuos vegetales

Los residuos vegetales están integrados por restos de cosechas y cultivos (tallos, fibras, cutículas, cáscaras, bagazos, rastrojos, restos de podas, frutas, etc., procedentes de diversas especies cultivadas. El contenido de humedad de este tipo de residuos es relativo dependiendo de varios factores; como características de las especies cultivadas, ciclo del cultivo, tiempo de exposición a los factores climáticos, manejo, condiciones de la disposición Sztern D. y Pravia M, (1999).

“Suquilanda M. (1995), también manifiesta que, la incorporación de los residuos de las cosechas (tallos, hojas, flores, vainas, tuzas, etc.), al suelo, contribuye a incrementar la materia orgánica del suelo, modificando sus propiedades físicas, químicas y biológicas”.

“Cuando la incorporación de los residuos de las cosechas se hace de manera correcta se mejora la productividad del suelo ya que favorece una gran cantidad de procesos biológicos, bioquímicos y sus múltiples efectos que permiten incrementar el rendimiento de los cultivos”. Avendaño, D., (2003).

“El material de las plantas verdes o jóvenes contiene más agua, más nitrógeno y cierto número de compuestos orgánicos que se desintegran más rápidamente que el tejido vegetal viejo” Seifert, A. (1998)

Según la granja integral autosuficiente (1995), presentó una lista de materiales, Cuadro 1, donde se ha ordenado desde los más viejos (que se descomponen lentamente y con un alto contenido de carbono y nitrógeno) a los más jóvenes (que se descomponen rápidamente y con un bajo contenido de carbono y nitrógeno): Virutas, aserrín, papel, cascarilla de arroz, mazorcas de maíz, paja, acolchado, hojas secas, plantas verdes secas, malas hierbas verdes, cortes de césped, podas de verduras y desperdicios de cocina.

Cuadro 1. Relación C/N de los residuos vegetales dejados por algunos cultivos. FACIAG. UTB. 2017.

Planta y partes de ella	Materia Seca kg/ha	Relación C/N
Tabaco (tallos)	14 – 25	13 : 1
Papa (tallos y hojas)	14 – 28	25 : 1
Alfalfa de tres años	8 – 28	16 : 1
Maíz (caña, raíces y hojas de la mazorca)	18 – 36	60 : 1
Trigo (papa)	14 – 28	50 : 1

Fuente: Granja Integral Autosuficiente, (1995)

2.5. Manejo de los desechos sólidos orgánicos

“La generación de residuos domiciliarios es muy variable y está directamente relacionada con los hábitos de consumo y con el desarrollo económico (patrones de producción); sin embargo, en términos generales, el mayor porcentaje de residuos sólidos domiciliarios lo tiene la materia orgánica”. Suquilanda M. (1995).

“La concentración de la población en núcleos urbanos y un aumento progresivo del nivel de vida han provocado un incremento en la generación de residuos urbanos. Ante la necesidad de buscar una solución a este problema, el compostaje ha recibido mucha atención como tecnología potencial para el tratamiento y valorización de residuos sólidos orgánicos”. Barrena, (2006).

Con la utilización de plantas de compostaje, la cantidad de basura destinada para la disposición final en un relleno o botadero se puede reducir a un 50%. Este porcentaje puede variar según la composición de la basura. En caso que los desechos reciclables sean recogidos separadamente y los desechos orgánicos sean compostados, el porcentaje de la basura descargada en el relleno puede reducirse a un 35 - 40 %. Roben, (2002).

2.6. Propiedades del compost

Infoagro (2010) , menciona las propiedades del compost como las que mejoran las propiedades físicas del suelo, la materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua, también mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos, mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.

2.7. Sistemas de compostaje

“Existen varios sistemas de compostaje, no obstante, el objetivo de todos es además de transformar los residuos en Compost, conseguir las condiciones consideradas letales para patógenos, parásitos y elementos germinativos: semillas y esporas”. Sztern D. y Pravia M, (1999).

Según la Granja Integral Autosuficiente (1995). Indica que los sistemas de compostaje se pueden clasificar en dos grupos:

- **Sistemas abiertos:** es el sistema más generalizado. Se basa en la realización de pilas (agrupamiento de residuos en montones que generalmente adoptan forma triangular, con una altura recomendada menor de 2.7 metros y sin una limitación en cuanto a su longitud) con diferentes sistemas de aireación. Los materiales a compostar se han de apilar sin que se compriman excesivamente para permitir que el aire quede retenido.
- **Montones o pilas aireados por volteo.** La frecuencia de los volteos depende del tipo de materiales a compostar, de la humedad y de la rapidez con la que se desea que se realice el proceso; para establecer esta frecuencia es preciso controlar la temperatura de la pila o bien fiarse si se desprenden malos olores.

De acuerdo con Avendaño D. (2003), entre los sistemas de compostación abiertos se tiene los de compostaje en pilas de compost estáticas donde los materiales a compostar se colocan sobre una red de tubos perforados los mismos que pueden estar conectados a algún sistema que aspira o insufla aire a través de la pila debido a que las pilas no se voltean es necesario tener una mezcla inicial homogénea tales como fangos que mezclados con un sustrato seco y poroso como astillas de madera o aserrín, formen una película líquida delgada en la que tienen lugar la descomposición.

Compostaje en pilas con volteos periódicos: es cuando el material a compostar adquiere la forma de un tronco de pirámide alargada, donde la remoción del material se hace manual o mecánicamente.

En el caso de manejo manual, el ancho de la pila debe estar entre 0.80 a 1.00 metro, por 1.00 a 1.20 metros de alto y el largo dependerá de la disponibilidad de la compostera, FUNDASES, (2005).

Etapas del proceso de compostaje.

Anteriormente se habló del aumento de velocidad en los procesos de degradación durante el compostaje, aventajando la degradación bajo condiciones naturales. El aumento de velocidad en la descomposición se atribuye a la acción de los microorganismos, que, bajo condiciones de humedad moderada y a diferentes niveles de temperatura, se alimentan de los materiales orgánicos y los devuelven en un estado más avanzado de degradación. La acción misma de los microorganismos provoca el aumento de temperatura, pues al combinarse distintos procesos bioquímicos se libera gran cantidad de energía, Shintane, et al, (2000).

“Normalmente el proceso de compostaje ocurre durante cuatro etapas: mesofílica, termofílica, de enfriamiento y de maduración. Durante cada una de ellas ocurren procesos de especial importancia”, Shintane, et al, (2000).

2.8. Beneficios que tiene el compost

“El compost suministra todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. No tiene efectos negativos para los seres humanos, los animales ni el medio ambiente. La preparación de compost es la mejor forma de aprovechar desechos orgánicos, convirtiéndolos en un fertilizante que mejora la estructura del suelo, evitando la erosión superficial y de nutrientes”. Brechelt A, (2008).

Como menciona Reta (2014), el material de desecho o residuo que constituye la materia prima del proceso de compostaje, contiene generalmente diferentes tipos de microorganismos idóneos para realizar el proceso, comenzando el mismo cuando el nivel de oxígeno, la humedad y el contenido de alimentos es el adecuado para el crecimiento y reproducción de la población microbiana encargada de la descomposición.

Los requerimientos de alimentos normalmente son suministrados por este material de desecho que se destina a compostaje.

2.9. Sistemas de compostación

Tortosa G (2015), alude que los sistemas de compostaje en la actualidad se manejan de manera general de acuerdo a los factores de tiempo el proceso el espacio requerido el gasto energético o la seguridad higiénica de la planta de tratamiento entre otros. Así, la elección de un sistema u otro dependerá de que sea óptimo para tratar eficazmente un volumen de residuos orgánicos concreto, en el periodo más corto posible y que genere un producto estable, con suficiente calidad como abono e higienizado.

Igualmente Tortosa G (2015), manifiesta que el compostaje se basa en procesos espontáneos sometidos a los ciclos biológicos de los microorganismos, por lo que resulta difícil acortar artificialmente los periodos mínimos necesarios para que tales procesos se sucedan y completen. Técnicamente, el factor más manipulable y sobre el que es posible incidir para el control del compostaje es la aireación, de forma que las diferencias entre los distintos sistemas de compostaje suelen derivar de cómo se realice el control de este parámetro. En base a esto, los sistemas de compostaje se pueden clasificar en dos tipos, abiertos, al aire libre y cerrados, confinados en un recinto controlado, siendo este último el más idóneo para controlar la aireación aunque resulta más costosos por instalaciones y mantenimiento.

2.10. Microorganismos mejoradores del compostaje

2.10.1. Actimax; Inoculante para Suelo, Hojas y Materia Orgánica

Según Biotech, (2016), indica que el producto comercial de nombre Actimax tiene en su composición bacterias que descomponen la materia orgánica en una concentración de 1×10^{10} cc/lit, estos microorganismos ayudan a degradar la materia orgánica presente en el suelo mediante la producción de enzimas extracelulares en las celulosas, quitinasas, proteinasas, unicelulares, gluconasas entre otras.

Permitiendo la formación de compuestos necesarios para el beneficio y desarrollo de las plantas, favorece el desarrollo del follaje y de las raíces. Puede ser aplicado con fungicidas de uso común, prolongando el efecto de los mismos y reduce el estrés ocasionado por su aplicación.

2.10.2. Biotamax; Inoculante Probiótico, degradador de materia orgánica

Custon Bio (2011), resalta que las características del Biotamax está compuesto de *Paenibacillus* spp + *Trichoderma* spp + *Bacillus* spp – TS, es un eficaz inoculante ya que ejerce un efecto protector contra patógenos en órganos vegetales, tanto aéreos como subterráneos, a través de los fenómenos conocidos como exclusión competitiva y antibiosis. Ayuda a degradar la materia orgánica presente en el suelo poniendo a disposición de la planta los nutrientes presentes en ella; libera nutrientes del material fresco como estiércol, guano, gallinaza, celulosa y más. Asimismo estimula el desarrollo de tejidos vegetales a través de la producción y exudación de subproductos de naturaleza hormonal. Tiene la característica de fijar nitrógeno en el suelo, mejora la germinación de semillas, estimula la creación de raíces, favorece el desarrollo del follaje y de las raíces, procesa nutrientes orgánicos e inorgánicos.

Fundamentación legal

El COOTAD; Artículo 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.- Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

b) Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el Cantón:

d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, **manejo de desechos sólidos**, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Ensayo

Esta investigación se realizó en el sector de Tuscuaza, ubicado en la parroquia San Isidro, cantón Espejo, provincia del Carchi, a 2800msnm, en las coordenadas geográficas ESTE (X = 838026,20) NORTE (Y = 10066401,20), según los registros de la estación meteorológica de El Ángel la zona tiene los siguientes datos climáticos: precipitación media anual 1000 mm, temperatura media de 11.8°C, humedad relativa media de 84%, la evaporación media de 770 mm/año, la Heliofanía es de 38%, la Nubosidad de 30% y la velocidad promedio del viento es de 13 Km/h. (PDOT-2012 IGM 2015 GADM-E)

3.2. Material Experimental

3.2.1. Material orgánico para ser procesado

Material sólido, desechos domiciliarios de la ciudad de El Ángel, obtenidos mediante el sistema de recolección del departamento de higiene del Gobierno Autónomo Descentralizado de Espejo. Son desechos sólidos sin clasificación domiciliaria, que es transportado hasta el relleno sanitario de Tuscuasa, donde son medianamente separados los materiales fácilmente degradables de los no muy degradables como: metales, vidrios, plásticos, para los degradables ser colocado en camas.

3.2.2. Materiales mejoradores de la descomposición

Actimax: microorganismos, Bacterias vivas en esporas.

Para la investigación se utilizó inoculante que contiene 5 especies de bacterias benéficas del género Bacillus en forma de esporas en alta concentración. Estos microorganismos ayudan a degradar la materia orgánica presente en el suelo poniendo a disposición de la planta los nutrientes presentes en ella, también ejercen un efecto protector contra patógenos de órganos vegetales, tanto aéreos como subterráneos, a través de los fenómenos conocidos como exclusión competitiva y antibiosis. Asimismo estimula el desarrollo de tejidos vegetales a través de la producción y exudación de subproductos de naturaleza hormonal.

Biotamax: microorganismos, Bacterias vivas en esporas y hongos del genero tricotoderma.

Las especies contenidas en la formulación del Biotamax ejercen un efecto protector contra hongos patógenos, tanto de órganos aéreos como subterráneos, a través de mecanismos fijación de nitrógeno y de fenómenos conocidos como exclusión competitiva y antibiosis. Incrementa la eficacia de programas de fertilización nitrogenada; es degradador de materia orgánica, incorporando el carbono al suelo incrementando la capacidad orgánica del suelo, regula la población de la flora microbiana inhibiendo a los patógenos. Asimismo estimula el desarrollo de tejidos vegetales a través de la producción y exudación de subproductos de naturaleza hormonal; además, mejora la germinación de semillas. El modo de acción del Biotamax es a través de la acción de la cepa fijadora de nitrógeno y 4 cepas de hongos benéficos que producen enzimas de múltiples propósitos.

3.3. Materiales de campo y equipos

3.3.1. Materiales de Campo:

Se utilizaron los siguientes materiales:

- un invernadero
- palas
- carretilla
- tablas
- termómetro
- clavos
- martillo
- metro
- trinche
- varengas
- regaderas
- camas recubiertas de hormigón

3.3.2. Equipos:

- computadora
- termómetro
- calculadora
- balanza digital
- cámara fotográfica.

3.4. Factores estudiados

3.4.1. Variable Independiente.

- Microorganismos acelerantes: A1 = Actimax; A2 = Biotamax
- Dosis de microorganismos aplicados

(Actimax)

B1 = 150 cc / 10 litros de agua

B2= 200 cc / 10 litros de agua

B3 = 300 cc / 10 litros de agua

(Biotamax)

B1 = 150 cc / 10 litros de agua

B2 = 200 cc / 10 litros de agua

B3 = 300 cc / 10 litros de agua

3.4.2. Variable Dependiente.

500kg de desechos orgánicos sólidos urbanos.

3.5. Métodos

Se empleó los métodos teóricos: inductivo-deductivo, análisis síntesis y el empírico llamado experimental.

3.6. Tratamientos

En el siguiente cuadro detallamos los tratamientos a estudiar.

Cuadro 2. Tratamientos a efectuarse. “Evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos inoculando microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso de la descomposición en el Ángel, Cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos	Cepas de microorganismos	Código	Dosis cc/ 10 litros de agua 500kg de desechos sólidos orgánicos
T 1	Basillus spp	A1B1	150
T 2	Basillus spp	A1B2	200
T 3	Basillus spp	A1B3	300
T 4	Trichoderma spp	A2B1	150
T 5	Trichoderma spp	A2B2	200
T 6	Trichoderma spp	A2B3	300
T 7		Testigo	Sin aplicación

3.7. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al azar (DBCA), con un arreglo factorial (A X B) + 1 con tres repeticiones.

3.7.1. Análisis de varianza

Cuadro 3. Análisis de Varianza. “Evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos inoculando microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso de la descomposición en el Ángel, Cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG. UTB. 2017.

F.C.	G.L.
Total:	21
Tratamientos:	7
Repeticiones	3
Error:	20

3.7.2. Descripción del área experimental

Numero de repeticiones	3
Numero de tratamientos	7
Número de unidades experimentales	21
Tipo de diseño	DBCA
Área total:	110 m ²
Área unidad experimental:	1.66 m ²
Volumen total:	1.25 m ³
Distancia entre bloques:	1 m
Distancia entre unidades:	1m

3.8. Análisis funcional

Cuando se determinó diferencias significativas entre los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey 5 % de probabilidad.

La investigación se la realizó en el campo y el laboratorio; descrito en los siguientes procesos.

3.8.1. Infraestructura para el proceso

La infraestructura donde se realizó el ensayo fue en camas, de un metro cuadrado separado con tablas, el piso es impermeabilizado con cemento, toda el área está cubierta con plástico de invernadero para la protección de lluvias.

3.8.2. Material orgánico

Se recolectaron los desechos orgánicos urbanos generados en una semana, en los hogares de la ciudad de El Ángel; se trasladaron en el recolector al relleno sanitario de Tuscuaza, para ser procesados.

3.8.3. Clasificación de la materia orgánica

Se la realizó una clasificación completamente manual que consistió en separar materiales no biodegradables como plásticos, metales, vidrios, llantas, entre otros materiales con el fin de tener solo la materia orgánica biodegradable.

3.8.4. Picado

Se picó todo el material a mano con machete, obteniéndose material finamente picado, que facilite su descomposición.

3.8.5. Apilado

Se procedió a la colocación del material picado en una cantidad de 500 kg por cada fosa de descomposición, que posteriormente fueron sorteadas, e inoculados los microorganismos de acuerdo a cada tratamiento.

3.8.6. Inoculación de microorganismos

Se inocularon los microorganismos de los dos productos en las dosis ya establecidas, en una solución de 1 litro de melaza disuelta en 20 litros de agua, esto para cada tratamiento, aplicado con regadera. Cada producto se preparó en recipiente separado y se aplicaron con regaderas diferentes.

3.8.7. Riego

El riego se lo realizó con una regadera, para regular la cantidad de agua aplicada.

En los tratamientos, esto con el propósito de mantener la humedad requerida por los microorganismos, para el proceso de descomposición.

3.8.8. Aireación

Se realizó volteos del material cada 3 días, con el fin de lograr airear el material en proceso de descomposición, controlar la temperatura e incorporar al proceso de descomposición los materiales que se encuentran en la periferia del montón.

3.8.9. Cosecha

Una vez que el material contenido en las camas llegó al final del proceso de compostaje, dejó de variar la temperatura, se procedió a cernirlo para separar los materiales gruesos no degradados del compost procesado.

3.9. Datos Evaluados

Durante el proceso de la investigación se registró información que nos permite evaluar la acción de los microorganismos inoculados en la materia orgánica para obtener compost de buena calidad y en menor tiempo posible.

3.9.1. Temperatura

Se tomó la temperatura de cada tratamiento dos veces en semana, antes del volteo y de aplicación de agua; los datos obtenidos se los registró en grados Centígrados.

3.9.2. Medición de pH

El valor del pH, se determinó al final, en el compost obtenido en cada tratamiento en el análisis de laboratorio.

3.9.3. Humedad

El contenido de humedad se determinó en porcentaje, al inicio en el material incorporado en los montones, para conocer la cantidad de materia seca incorporada; en el producto final de cada tratamiento también se determinó el contenido de humedad, para conocer la cantidad de compost obtenido en materia seca.

3.9.4. Tiempo de descomposición

Se contó el número de días transcurridos desde la instalación del ensayo hasta la cosecha de cada uno de los tratamientos los datos se los expreso en número de días.

3.9.5. Calidad nutricional del compost (análisis químico)

El contenido nutricional se determinó al final del ensayo, para lo cual se tomara 1 kg., de muestra y se envió a laboratorio para el análisis de su composición química, determinando el contenido de minerales.

3.9.6. Determinación del rendimiento

Se tomó el material procesado y se procedió a tamizar en un tamiz de 1,5 * 1,5 cm, logrando separar el material procesado del no procesado, se pesó los materiales separados permitiendo determinar el peso total de compost obtenido por tratamiento con la aplicación de los microorganismos benéficos, considerando el valor del peso del compost obtenido como materia orgánica convertido en compost por tratamiento.

3.9.7. Análisis económico

Se determinaron los costos de producción del compost para cada tratamiento. La variación de los costos está dada básicamente por el diferente precio de cada producto de acuerdo a las dosis de aplicación.

IV RESULTADOS

4.1. Datos de temperatura semanales registradas en las composteras

4.1.1. Primera semana

En la primera semana a los 7 días de haber instalado el ensayo se registraron las temperaturas en cada tratamiento, los mismos que se encuentran reflejados en el anexo 1, del cuadro 28, en donde se puede verificar en los promedios, el valor más alto de temperaturas es 45,43 °C, en el T5, correspondiente al tratamiento, Biotamax en dosis de 200 cc aplicada en media tonelada de materia orgánica a descomponer y el valor mínimo obtuvo el T4, correspondiente al tratamiento, Biotamax en una dosis de 150 cc, el valor de la temperatura registrada fue de 44,65 °C.

Realizado el análisis de varianza se pudo evidenciar que no existen diferencias significativas, para bloques ni tratamientos, así mismo para los factores A y B.

4.1.2. Segunda semana

Las temperaturas registradas en composteras a los 14 días de instalado el ensayo se expresan en el anexo 1, en el cuadro 29, en este se puede evidenciar que la máxima temperatura promedio registrada fue de 43,30 °C, en el tratamiento T4, correspondiente al Biotamax en dosis de 150cc, mientras que la temperatura menor fue de 42,37 °C, registrada en el tratamiento T5, correspondiente al biotamax en dosis de 200cc.

Realizado el análisis de varianza no se verifica que no existen significancia para: bloques, tratamientos ni para los factores A y B.

4.1.3. Tercera semana

Las temperaturas registradas a los 21 días se muestran en el anexo 1, cuadro 30; en estos datos podemos visualizar la disminución de la temperatura para todos los tratamientos, sin embargo las máximas temperaturas las registran los tratamientos T4 y T5 con 38,57 °C y la temperatura más baja registra el tratamiento T3 con 37,48 °C.

Realizado el análisis de varianza se puede evidenciar una alta significancia para bloques no así para tratamientos y significancia para el factor A, el coeficiente de variación C.V=1,89, siendo un valor aceptable para este tipo de investigación.

4.1.4. Cuarta semana

Los datos que se registran en la cuarta semana del proceso de compostaje se pueden evidenciar en el anexo 1, cuadro 31, la misma que muestra la disminución de la temperatura en todas las composteras; como se manifiesta en el artículo de la revista ARA escrito por agricultura agropecuaria (1995) , que el proceso se basa en la fermentación bacteriana de la materia orgánica, en presencia de aire. Son procesos termófilos, es decir, que trabajan a temperaturas altas, dejando como resultado el humus. La temperatura máxima fue de 35,50 °C y la temperatura mínima se registró en el testigo de 33.90 °C.

Realizado el análisis de varianza nos determina, que es altamente significativo para el testigo versus el resto y significativo para tratamientos y para el factor B. Prueba de Tukey al 5%, para datos de temperatura de la cuarta semana.

Cuadro 4. Temperaturas tomadas en la cuarta semana. “Evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos inoculando microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso de la descomposición en el Ángel, Cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG. UTB. 2017.

TRATAMIENTO	Microorganismos	Temperatura 1era semana
T1	Artimax spp	35,5 a
T2	Artimax spp	35,2 a b
T3	Artimax spp	35,17 a b
T4	Biotamax spp	34,7 a b
T5	Biotamax spp	34,5 a b
T6	Biotamax spp	34,5 a b
T7	-----	33,87 b

C.V= 1,41

Promedio: 34,78C°

Aplicando la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad nos determina tres rangos, interpretándose como promedio que comparten la misma letra no difieren estadísticamente.

4.1.5. Temperaturas de la quinta semana

Los datos que se registran en la quinta semana del proceso de compostaje se pueden evidenciar en el anexo 1, cuadro 32; las temperaturas de los tratamientos T2 y T5 tienen los mismos valores de 31°C y la temperatura mínima se registró en el testigo que fue de 29,80 °C.

El análisis de varianza nos determinó que existe significancia para el testigo versus el resto de tratamientos, el coeficiente de variación es de 1,85 correspondiendo a un valor muy aceptable para esta investigación.

4.1.6. Temperaturas de la sexta semana

Los datos que se registran en la sexta semana del proceso de compostaje se puede evidenciar en el anexo 1, cuadro 33, se evidencia la disminución de la temperatura en todos los tratamientos, en un promedio del seis grados centígrados, la máxima temperatura lo registra el tratamiento T3 con 24,90 °C y la mínima el testigo con 23,20 °C.

El análisis estadístico nos determinó altamente significativo para tratamiento y testigo frente al resto y significativo para el factor B, el coeficiente de variación fue de 1,49 con un promedio de 24,17.

Prueba de Tukey al 5%, para datos de temperatura de la sexta semana

Cuadro 3. Temperaturas tomadas en la sexta semana “Evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos inoculando microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso de la descomposición en el Ángel, Cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG. UTB. 2017.

TRATAMIENTO	Microorganismos	Temperatura 1era semana
T1	Artimax spp	24,43 a b
T2	Artimax spp	23,93 a b c
T3	Artimax spp	24,93 a
T4	Biotamax spp	24,06 a
T5	Biotamax spp	23,93 a b c
T6	Biotamax spp	24,10 a b c
T7	-----	23,23 c

C:V=1,49

Promedio= 24,17C°

Aplicando la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad nos determinó cuatro rangos; interpretándose como los promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente.

4.1.7. Temperaturas de la séptima semana

Los datos que se registraron en la séptima semana del proceso de compostaje se puede observar en el anexo 7, cuadro 33; en esta información se pudo evidenciar el descenso de la temperatura en todos los tratamientos, en un promedio de 7 a 8° la temperatura; así podemos, manifestar como lo indica Shintane et al. (2000), que el proceso de compostaje ocurre durante cuatro etapas: mesofílica, termofílica, de enfriamiento y de maduración; en este caso verificamos el proceso de enfriamiento por el descenso de la temperatura. Encontramos que la máxima temperatura lo registró el tratamiento T5 con un valor de 16,90 °C.

El análisis estadístico nos reporta que existe significancia para el factor B y del testigo versus el resto; el coeficiente de variación fue de 2,57, correspondiendo un valor aceptable y el promedio de 16,52°C.

Prueba de Tukey al 5%, para datos de temperatura de la séptima semana

Cuadro 4. Temperaturas tomadas en la séptima semana “Evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos inoculando microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso de la descomposición en el Ángel, Cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG. UTB. 2017.

TRATAMIENTO	Microorganismos	Temperatura 1era semana
T1	Artimax spp	16,83 a
T2	Artimax spp	16,83 a
T3	Artimax spp	16,23 a
T4	Biotamax spp	16,60 a
T5	Biotamax spp	16,93 a
T6	Biotamax spp	16,20 a
T7	-----	16,00 a

C:V:=2.57

Promedio: 16,52C⁰

Aplicada la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, se ubica un solo rango, interpretándose como promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente.

4.1.8. Temperaturas de la octava semana

Los datos que se registraron en la octava semana del proceso de compostaje se muestran en el anexo 8, cuadro 34, la máxima temperatura lo registro el tratamiento T3 con una temperatura de 11,80 °C, en cambio que el tratamiento T5 registro la temperatura mínima que fue de 10,30 °C. Siendo la temperatura media ambiental en la zona de 12°C, de esta manera se evidencia que el proceso de compostaje ha cumplido los ciclos de fermentación: mesófila, termófila y de enfriamiento, llegando a obtener el compost.

El análisis de estadístico de las temperaturas registradas en la octava semana, reporta que los tratamientos son altamente significativos, así mismo como para el factor A.

Prueba de Tukey al 5%, para datos de temperatura de la octava semana

Cuadro 5. Temperaturas tomadas en la octava semana “Evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos inoculando microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso de la descomposición en el Ángel, Cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG. UTB. 2017.

TRATAMIENTO	Microorganismos	Temperatura 1era semana
T1	Artimax spp	11,57 a
T2	Artimax spp	11,43 a b
T3	Artimax spp	11,77 a
T4	Biotamax spp	11,47 a b
T5	Biotamax spp	10,27 b
T6	Biotamax spp	10,70 a b
T7	-----	10,77 a b

C:V:=3,91

Promedio: 11,14C⁰

La prueba de Tukey al 5% de probabilidades, determinó que existen tres rangos, interpretándose que los promedios que comparten la misma letra no difieren.

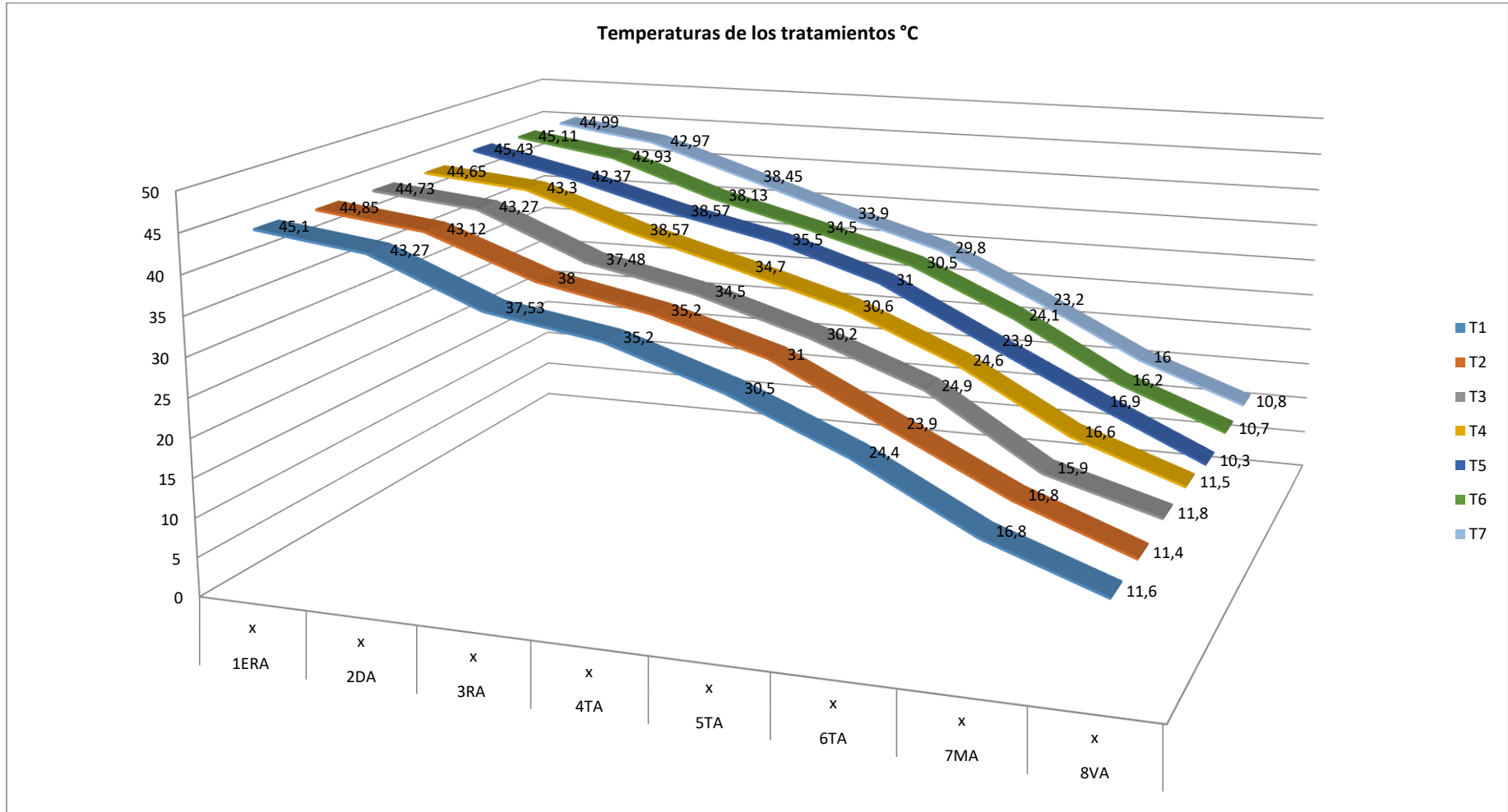


Gráfico 1. Valores promedio de temperatura por semana, en el proceso de compostaje. FACIAG.UTB. 2017.

Las temperaturas registradas en el proceso de compostaje en los tratamientos fueron las siguientes: la primera semana el T5 la máxima con 45,43 °C, que es el Biotamax 200 cc aplicados en media tonelada de materia orgánica fresca, seguido por el tratamiento T6 (Biotamax) que registra una temperatura de 45,11 °C, así mismo registra el tratamiento T4 44,65 °C, el cual consistió en una aplicación de Biotamax de 150 cc. Los tratamientos con Actimax en sus tres dosis aplicadas registran temperaturas muy cercanas.

En la figura 1, se verifica, el descenso progresivo de la temperatura en todos los tratamientos, excepto en el caso del testigo que son mayores hasta llegar al final del proceso a una temperatura por debajo de la temperatura medio ambiental de la zona.

4.2. Humedad

La maderería orgánica domiciliaria que es recolectada en el centro poblado de El Ángel, tiene una humedad promedio de 85 % al momento de su ingreso a las composteras, este material va perdiendo humedad a medida que se degrada, mayoritariamente al momento de realizar los diferentes volteos necesarios para la aireación, requerida para acelerar su proceso de fermentación aeróbica como lo menciona el artículo de agricultura agropecuaria (1995) , que el proceso se basa en la fermentación bacteriana en presencia de aire. El producto final altamente aprovechable en la nutrición de los diferentes cultivos queda con un promedio de humedad entre el 25 % al 27 %.

4.3. Tiempo de descomposición

Como primer paso se realiza la recolección domiciliaria de toda la materia orgánica generada en los hogares del centro poblado urbano de El Ángel, que es trasladada al relleno sanitario de Tuscuaza, perteneciente a la parroquia de San Isidro Cantón Espejo, sitio de la disposición final, una vez depositada la materia orgánica se procedió a la clasificación de todo el material orgánico a compostar separando toda clase de materiales no degradables como: fundas plásticas, vidrios, latas, botellas plásticas, botellas de vidrio entre otros.

Con la ayuda de una picadora se procedió a la trituración de toda la material a compostar; una vez picado todo el material se lo recolecto y se lo traslado al sitio del ensayo para colocar, media tonelada por fosa de fermentación, inoculando la dosis de los microorganismos ya establecidas para cada tratamiento, la toma de temperaturas y el humedecimiento de los diferentes tratamientos fue realizada cada semana de acuerdo al cronograma establecido, el volteo se lo realizo 3 días semanales, durante ocho semanas, la cosecha se la realizo cuando las temperaturas de cada tratamiento marcaron una temperatura por debajo de la temperatura medio ambiental.

Este proceso total tuvo una duración de setenta días, considerando desde la recolección del material a compostar. No se tuvo diferencias entre los tratamientos en función del tiempo, ya que el descenso de la temperatura en la semana final fue igual.

4.4. Rendimiento

Los rendimientos de compost por cada tratamiento se indican en el anexo 9, donde se puede evidenciar en kg. Los rendimientos promedios por tratamiento. Los valores obtenidos fueron tomados luego de, tamizado el material fermentado en un tamiz de 0,5 Cm² en cada tratamiento, luego pesado, con un contenido de humedad del 27%. Los tratamientos con mayor rendimiento fueron: T6, T3, T2 y T5, con 165.8, 165, 164 y 163.4 Kg/T de materia fresca; diferenciándose el testigo con el menor rendimiento, con una media de 159,8 Kg/T de materia orgánica fresca.

El análisis de estadístico de los rendimientos de compost, nos reporta que los tratamientos son altamente significativos, así mismo como para el factor A; así también para el factor B que son significativos; no así para el testigo que no es significativo.

Prueba de Tukey al 5%, para datos de rendimiento de compost

Cuadro 6. Rendimientos del compost “Evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos inoculando microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso de la descomposición en el Ángel, Cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG. UTB. 2017.

TRATAMIENTO	Microorganismos	Rendimientos
T1	Artimax spp	11,57 a
T2	Artimax spp	11,43 a b
T3	Artimax spp	11,77 a
T4	Biotamax spp	11,47 a b
T5	Biotamax spp	10,27 b
T6	Biotamax spp	10,70 a b
T7	-----	10,77 a b

La prueba de Tukey al 5% de probabilidades, determinó que existen cuatro rangos, interpretándose que los promedios que comparten la misma letra no difieren estadísticamente.

4.5. Análisis de los tratamientos

Como podemos observar en el (Cuadro 18), tenemos los valores que se presentan de los análisis de la muestra del compost por tratamiento, adjuntos en los anexos 10, se puede evidenciar los valores de los minerales, pH, conductividad y materia orgánica, podemos expresar lo siguiente:

La conductividad eléctrica de los tratamiento T1 (*Bacillus* spp.) en la dosis de 300 cc, presenta valores más altos en conductividad con 17,68 mientras que en los valores de pH, tenemos los datos más altos en *Bacillus* y la dosis de 300 cc, con 9,41 pH, lo que nos demuestra que es alcalino, en cuanto a materia orgánica los datos presenta *Trichoderma* con la dosis de 200 cc, con valor que presento 22,19 %, valores muy altos.

De igual manera en cuanto al testigo los valores que presento el pH, es de 8,67 alcalino con una conductividad de 4,00 y un promedio de materia orgánica de 19,17 %.

Podemos observar que el rendimiento más alto de materia orgánica es el tratamiento tres con 22,19 %, seguidamente el tratamiento dos con un valor de 20,51 a diferencia con el tratamiento uno igual manera el tratamiento uno muestra 17,68 de conductividad, mientras que los valores de pH, presenta valores similares entre 8 y 9 de pH según análisis de suelos.

En el análisis de suelos podemos representar los resultados de la conductividad en el que el mayor resultado lo presento el tratamiento 1 con un valor de 17,68/ce, lo que demuestra que es diferente a los demás tratamientos en el que el menor lo presento el tratamiento 7 el testigo con un valor de 4,00/ce.

Como podemos ver los resultados de materia orgánica después de ser enviados a laboratorio en el que el mayor lo presento el tratamiento 3 el cual genero un resultado de 22,19/Mo, siendo el mayor de los resultados, mientras que el menor lo presento el tratamiento 1 con un valor de 12,05/Mo.

4.6. Análisis económico

De esta manera en el (Cuadro 19), se presentan los valores promedios del análisis económico del rendimiento en kg/tratamiento, de la producción de compost, en función al costo de producción de cada tratamiento. Podemos observar que el tratamiento que alcanzó mayor utilidad económica fue la interacción con los microorganismos *Trichoderma* y la dosis de (300 cc), que presento un rendimiento de 82,90 kg/tratamiento., con una utilidad económica de 189,500 USD/tratamiento., diferente estadísticamente al tratamiento *Trichoderma* con la dosis de (150 cc), que presento un rendimiento de 80,80 kg/tratamiento, con una utilidad económica de 196,00 USD/tratamiento, diferentes al testigo que presento 79,90 kg/tratamiento y una utilidad económica negativa de 209,50 USD/tratamiento.

Cuadro 7. Valores promedios y de producción de cada tratamiento, en el rendimiento en kg., tratamiento del compost. “Evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos inoculando microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso de la descomposición en el Ángel, Cantón Espejo, Provincia del Carchi” FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos			Costos fijos (USD/kg)	Ostos variables (USD/kg) *	Rendimiento (kg/tratamiento)	Costo Unitario (USD/Kg) *	Costo tonelada Producida (USD/tratamiento)
Nro	Microorganismos y Dosis						
T1	Bacillus spp	150	0,00571	0,07378	81,00	0,07949	79,49
T2	Bacillus spp	200	0,00571	0,08083	82,00	0,08654	86,54
T3	Bacillus spp	300	0,00571	0,09499	82,90	0,10070	100,70
T4	Trichoderma spp	150	0,00571	0,07384	80,80	0,07955	79,55
T5	Trichoderma spp	200	0,00571	0,08094	81,70	0,08665	86,65
T6	Trichoderma spp	300	0,00571	0,09520	82,50	0,10091	100,91
T7	Testigo	0	0,00571	0,06445	79,90	0,07016	70,16

Precio de Trichoderma spp = 12,00 USD

Precio de Bacillus spp = 12,00 USD

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Según la interpretación y el análisis estadístico de los resultados del experimento obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

Los mejores de los tratamientos los presentaron los T3 y T6 donde se aplicó microorganismos *Bacillus* spp *Trichoderma* spp con la dosis de 300 cc aplicados en media tonelada de materia orgánica), alcanzaron un rendimiento de 82,90 kg y 82,50 kg respectivamente.

La dosis que más alta género que los procesos de descomposición de la materia orgánica se aceleren y generen a su vez un rendimiento más alto.

El mejor rendimiento lo presento *Bacillus* spp y *Trichoderma* spp, con una utilidad económica de 100,70 y 100,91 USD/por tonelada producida.

Por lo expuesto se recomienda:

Las aplicaciones de microorganismos descomponedores ayudan con la composición de la materia orgánica, acelerando el tiempo para la cosecha de compost.

Se recomienda que para la descomposición de la materia orgánica las dosis de microorganismos benéficos sean más altas, de 700 cc por tonelada de materia a descomponer.

Se recomienda realizar un seguimiento del material que se obtuvo en esta investigación, utilizándolo en otros cultivos de la zona, como también en la utilización como material para enraizamientos de plantas nativas dentro del vivero forestal del Cantón Espejo

VI. RESUMEN

En la investigación la finalidad del estudio fue la evaluación de la producción de compost con desechos orgánicos con la inoculando microorganismos benéficos como agentes acelerantes del proceso descomposición en el sector de Tuscuaza, ubicado en la parroquia San Isidro, cantón Espejo, provincia del Carchi, con la finalidad de determinar la dosis y el microorganismos más adecuado para el proceso de descomposición.

La investigación de siete tratamientos con la combinación de tres dosis más un testigo se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), con un arreglo factorial ($A \times B + 1$), combinado, dándonos un total de 21 unidades experimentales, con áreas que fueron de 1,66 m², con un área total de 110,00 m².

Evaluamos el rendimiento que presentan los micro organismos con las dosis adecuadas datos que se midieron estadísticamente en temperatura, humedad, tiempo de descomposición, rendimiento y análisis económico de cada uno de los tratamientos con una comprobación que se efectuó mediante la prueba de rango múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad.

Los resultados presentaron que la descomposición con las dosis adecuadas generaron un rendimiento acelerado al momento de la cosecha de la materia orgánica con *Bacillus* spp y *Trichoderma* spp que con la dosis de 300 cc, alcanzaron diferencias altas en los tratamientos con temperatura, humedad, tiempo de descomposición, rendimiento y análisis económico, con un rendimiento de 82,90 kg y 82,50 kg respectivamente, y una utilidad económica de 100,70 y 100,91 toneladas producidas.

En cuanto al testigo encontramos que sin la aplicación de ningún tipo de microorganismo alcanzo un rendimiento de 79,90 kg., con un costo de 70,16 toneladas producidas.

Palabras claves: Materia orgánica, compost, Actimax, Biotamax, *Trichoderma* spp, *Bacillus* spp.

VII. SUMMARY

In the investigation of the purpose of the study was the evaluation of the production of compost with organic elements with the inoculation of beneficial microorganisms as accelerating agents of the decomposition process in the sector of Tuscuaza, located in the parish of San Isidro, canton Espejo, province de Carchi, in order to determine the dose and the most suitable microorganisms for the decomposition process. The investigation of seven treatments with the combination of three more doses contracted an experimental design of Complete Blocks at Chance (DBCA), with a factorial arrangement (A x B + 1), combined, giving us a total of 21 experimental units, with areas which were 1.5 m², with a total area of 154.00 m². It evaluates the performance of micro-organisms with the appropriate doses that were statistically measured in temperature, humidity, time of decomposition, yield and economic analysis of each of the treatments with a check that was made by the test Tukey's multiple range. at 5% probability The results include the generation with the appropriate dose for the generation with Trichoderma and Bacillus that with the dose of 300 cc, reached high differences in the treatments with temperature, humidity, time of decomposition, yield and economic analysis, with a yield of 82, 90 kg., And an economic profit of 189.50 USD / treatment. As for the control, it was found that the application of any type of microorganism reached a yield of 79.90 kg., With a negative cost of 209.50 USD / treatment. What we gain with the application of treatments in the fastest decomposition time.

Key words: decomposition of organic matter, application of decomposer products such as Bacillus and Trichoderma

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura agropecuaria. (1995). El compost fertilizante organico del futuro. *ARA*, 64, 768. Recuperado el 12 de 01 de 2018
- agronomo, E. (2007).
- Aguilar. (2009).
- Añón M. (2014). *Un repaso a la historia del Compostaje*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de [ecompostaje.com](http://www.ecompostaje.com): http://www.ecompostaje.com/index.php?option=com_content&view=article&id=163%3Aun-repaso-a-la-historia-del-compostaje&catid=55%3Ablog&Itemid=76&lang=en
- Avendaño, D. (2003). *El proceso de compostaje*. Chile.
- Barrena. (2006).
- Biotech. (2016). *Protección Biológica*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de [biotech-global.com](http://www.biotech-global.com): <http://www.biotech-global.com/naturalite/page13.html>
- Brechelt A. (2008). *El compost como abono orgánico*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de [chasque.net](http://webs.chasque.net/~rapaluy1/organicos/articulos/Compost.html): <http://webs.chasque.net/~rapaluy1/organicos/articulos/Compost.html>
- Comunidad Eco. (2015). *Compost*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de [ecocomunidad.org](http://www.ecocomunidad.org.uy/ecosur/txt/compost.htm): <http://www.ecocomunidad.org.uy/ecosur/txt/compost.htm>
- Corbella, R., & Fernández de Ullivarrí, J. (2006). *Matria organica en el suelo*. Argentina.
- Custom Bio. (2011). *Biota Max™ Soil Probiotic*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de [biotamax.com](http://www.biotamax.com/Tech_Info.html): http://www.biotamax.com/Tech_Info.html
- FUNDASES. (2005).
- Gadme. (2018). *Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Espejo*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de [gadme.gob.ec](http://www.gadme.gob.ec/): <http://www.gadme.gob.ec/>
- Granja Integral Autosuficiente. (1995). Agua, suelo, abonbos y lombrices. Colombia.
- Infoagro. (2010). *Infoagro*. Recuperado el viernes de julio de 2014, de El cultivo de la fresa: <http://www.infoagro.elcultivodelafresa.com>
- Infoagro*. (6 de 10 de 2017). Obtenido de [htt](http://www.infoagro.com)
- La Bioguía. (21 de 06 de 2012). *Cómo elaborar compost en casa paso a paso*.

- Recuperado el 12 de 01 de 2018, de labioguia.com:
<http://www.labioguia.com/notas/elabora-con-de-compost-casero>
- Nieto Del Río, J. (25 de 03 de 2017). *La importancia de la materia orgánica en el suelo*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de agriculturasostenible.org:
http://www.agriculturasostenible.org/v_portal/informacion/informacionver.asp?cod=7675&te=2313&idage=11287&vap=0&npag=2
- Oriusbiotech. (14 de 12 de 2015). *Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de Oriusbiotech.com:
https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Los_microorganismos_del_suelo_en_la_nutrici%C3%B3n_vegetal.
- Reta M. (2014). *COMPOST*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de mendoza-conicet.gob.ar:
<https://www.mendoza-conicet.gob.ar/portal/enciclopedia/terminos/Compost.htm>
- Roben. (2002).
- Rueda P. (2000). *Manual técnico.colombia, Co FUNDASESS*.
- Seifert, A. . (1998). *Agricultura sin venenos*. Estados Unidos.
- Serviciometeorológico. (2018). *Red de estaciones Meteorológicas*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de serviciometeorologico.gob.ec:
<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/red-de-estaciones-meteorologicas/>
- Shintane, et al. (2000). *Aboonos organicos*. Costa Rica.
- Suquilanda M. . (1995). *Fertilización orgánica*. Quito: Fundagro.
- Suquilanda Valdivieso, M. (12 de 02 de 2017). *Manejo agroecológico de suelos*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de balcon.magap.gob.ec:
<http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/libro/Manejo%20Agroecolo%CC%81gico%20Suelos%20MSV.pdf>
- Sztern D. y Pravia M. (1999). *Manual para la elaboración de compost*.
- Sztern, D. (1995). *Manual para la elaboración de compost*.
- Tortosa G. (10 de 02 de 2015). *Sistemas de compostaje*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de compostandociencia.com:
<http://www.compostandociencia.com/2015/02/sistemas-de-compostaje/>
- Tortosa, G. (10 de 06 de 2011). *La importancia de la materia orgánica en la naturaleza*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de compostandociencia.com:

APÉNDICE

Apéndice 1. Valores promedio y análisis de varianza (ADEVA), de las variables evaluadas

Cuadro 8. Análisis de varianza de las temperaturas registradas en la primera semana FACIAG. UTB. 2017.

CUADROS DE ADEVA				
F.V	SC	GL	CM	F. cal
Total	4,93	20		
Trat.	1,27	6	0,21	0,68 ns
FA	0,13	1	0,13	0,42 ns
FB	0,24	2	0,12	0,39 ns
IAB	0,9	2	0,45	1,45 ns
Tgo vs R	0	1	0	0,01 ns
Error	3,66	12	0,31	

C.V= 1,24

Promedio = 44,98 °C

Análisis de varianza

Cuadro 9. Análisis de varianza de las temperaturas registradas en la segunda semana FACIAG. UTB. 2017.

F.V	SC	GL	CM	F. cal
Total	4,93	20		
Trat.	1,27	6	0,21	0,68 ns
FA	0,13	1	0,13	0,42 ns
FB	0,24	2	0,12	0,39 ns
IAB	0,9	2	0,45	1,45 ns
Tgo vs R	0	1	0	0,01 ns
Error	3,66	12	0,31	

C.V= 1,14

Promedio = 43,03 °C

Análisis de varianza

Cuadro 10. Análisis de varianza de las temperaturas registradas en las composteras en la tercera semana FACIAG. UTB. 2017.

F.V	SC	GL	CM	F. cal
Total	9,64	20		
Trat.	3,38	6	0,56	1,08 ns
FA	2,11	1	2,11	4,06 ns
FB	0,73	2	0,37	0,71 ns
IAB	0,05	2	0,03	0,06 ns
Tgo vs R	0,49	1	0,49	0,94 ns
Error	6,26	12	0,52	

C.V. = 1,89

Promedio = 38,08 °C

Análisis de varianza

Cuadro 11. Análisis de varianza de las temperaturas registradas en la cuarta semana de compostaje, FACIAG. UTB. 2017.

F.V	SC	GL	CM	F. cal
Total	8,36	20		
Trat.	5,53	6	0,92	3,83 *
FA	0,02	1	0,02	0,08 ns
FB	2,09	2	1,05	4,38 *
IAB	0,52	2	0,26	1,08 ns
Tgo vs R	2,9	1	2,9	12,08 **
Error	2,83	12	0,24	

C.V =1,41

Promedio =34,78 °C

Análisis de varianza

Cuadro 12. Análisis de varianza de las temperaturas registradas en la quinta semana del proceso de compostaje. FACIAG. UTB. 2017.

F.V	SC	GL	CM	F. cal
Total	7,3	20		
Trat.	3,52	6	0,59	1,84 ns
FA	0,08	1	0,08	0,25 ns
FB	1,48	2	0,74	2,31 ns
IAB	0,12	2	0,06	0,19 ns
Tgo vs R	1,84	1	1,84	5,74 *
Error	3,78	12	0,32	

C.V=1,85

Promedio = 30,52 °C

Análisis de varianza

Cuadro 13. Análisis de varianza de los datos de temperatura de las composteras en la sexta semana del proceso de compostaje. FACIAG. UTB. 2017.

F.V	SC	GL	CM	F. cal
Total	7,05	20		
Trat.	5,5	6	0,92	7,08 **
FA	0,22	1	0,22	1,69 ns
FB	1,36	2	0,68	5,23 *
IAB	0,86	2	0,43	3,31 ns
Tgo vs R	3,06	1	3,06	23,51 **
Error	1,55	12	0,13	

C.V = 1,49

Promedio = 24,17 °C

Análisis de varianza

Cuadro 14. Análisis de varianza de las temperaturas de la séptima semana, FACIAG. UTB. 2017.

F.V	SC	GL	CM	F. cal
Total	4,67	20		
Trat.	2,48	6	0,41	2,28 ns
FA	0,01	1	0,01	0,06 ns
FB	1,45	2	0,73	4,06 *
IAB	0,08	2	0,04	0,22 ns
Tgo vs R	0,94	1	0,94	5,24 *
Error	2,19	12	0,18	

C.V = 2,57

Promedio = 16,52 °C

Análisis de varianza

Cuadro 15. Análisis de varianza de las temperaturas registradas en la octava semana en el proceso de compostaje. FACIAG. UTB. 2017.

F.V	SC	GL	CM	F. cal
Total	7,89	20		
Trat.	5,59	6	0,93	4,89 **
FA	2,72	1	2,72	14,32 **
FB	1,34	2	0,67	3,53 ns
IAB	1,05	2	0,53	2,79 ns
Tgo vs R	0,48	1	0,48	2,52 ns
Error	2,3	12	0,19	

C.V = 3,91

Promedio = 11,14

Cuadro 16. Valores promedios de temperatura en el tratamiento de microorganismos en el proceso de descomposición. FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos			Bloques				
N°	Microorganismos benéficos	Dosis	Uno	Dos	Tres	Σ	\bar{x}
T1	Bacillus spp	150 cc / 10 litros de agua	38,00	37,00	36,00	111,00	37,00
T2		200 cc / 10 litros de agua	39,00	38,00	37,00	114,00	38,00
T3		300 cc / 10 litros de agua	40,00	39,00	42,00	121,00	40,33
T4		150 cc / 10 litros de agua	37,00	38,00	37,50	112,50	37,50
T5	Trichoderma spp	200 cc / 10 litros de agua	38,50	39,00	40,00	117,50	39,17
T6		300 cc / 10 litros de agua	41,00	40,00	39,00	120,00	40,00
T7	Testigo		32,00	31,00	30,00	93,00	31,00
Σ			265,5	262,0	61,5	789,00	263,0
\bar{x}			37,93	37,43	37,36	112,71	37,57

Cuadro 17. ADEVA de los valores promedios temperatura en el tratamiento de microorganismos en el proceso de descomposición. FACIAG. UTB. 2017.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	179,31	3	29,88	29,19	0,0001
Microorganismos benéficos	0,89	1	0,89	0,86	0,3707
Dosis	25,58	2	12,79	12,45	0,0012
Microorganismos * Dosis	1,69	2	0,85	0,82	0,4619
Testigo vs Resto	151,14	1	151,14	147,63	0,0001
Error	14,33	14	1,02		
Total	193,64	20			
CV %	2,62				

Cuadro 18. Valores promedios de humedad en el tratamiento de microorganismos en el proceso de descomposición. FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos		Bloques						
N°	Microorganismos benéficos	Dosis	Uno	Dos	Tres	Σ	\bar{x}	
T1	Bacillus spp	150 cc / 10 litros de agua	47,00	48,00	47,00	142,0	47,33	
T2		200 cc / 10 litros de agua	44,00	45,00	43,00	132,0	44,00	
T3		300 cc / 10 litros de agua	46,00	47,00	42,00	135,0	45,00	
T4		150 cc / 10 litros de agua	46,00	46,00	44,00	136,0	45,33	
T5		Trichoderma spp	200 cc / 10 litros de agua	45,00	44,00	46,00	135,0	45,00
T6			300 cc / 10 litros de agua	47,00	46,00	41,00	134,0	44,67
T7	Testigo		44,00	40,00	39,00	123,0	41,00	
Σ			319,0	316,0	302,0	937,0	312,3	
\bar{x}			45,57	45,14	43,14	133,8	44,62	

Cuadro 19. ADEVA de los valores promedios humedad en el tratamiento de microorganismos en el proceso de descomposición FACIAG. UTB. 2017.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	64,95	3	10,83	2,71	0,0585
Microorganismos benéficos	0,89	1	0,89	0,25	0,6234
Dosis	11,44	2	5,72	1,63	0,2355
Microorganismos * Dosis	6,78	2	3,39	0,97	0,4075
Testigo vs Resto	45,84	1	45,84	11,46	0,0044
Error	56,00	14	4,00		
Total	120,95	20			
CV %	4,14				

Cuadro 20. Valores promedios de tiempo de descomposición en el tratamiento de microorganismos en el proceso de descomposición. FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos			Bloques				
N°	Microorganismos benéficos	Dosis	Uno	Dos	Tres	Σ	\bar{x}
T1	Bacillus spp	150 cc / 10 litros de agua	47,00	46,00	44,00	137,0	45,67
T2		200 cc / 10 litros de agua	46,00	45,00	47,00	138,0	46,00
T3		300 cc / 10 litros de agua	45,00	44,00	42,00	131,0	43,67
T4		150 cc / 10 litros de agua	50,00	51,00	50,00	151,0	50,33
T5	Trichoderma spp	200 cc / 10 litros de agua	46,00	45,00	45,00	136,0	45,33
T6		300 cc / 10 litros de agua	45,00	46,00	43,00	134,0	44,67
T7	Testigo		51,00	50,00	51,00	152,0	50,67
Σ			330,00	327,00	322,0	979,0	326,3 3
\bar{x}			47,14	46,71	46,00	139,8 6	46,62

Cuadro 21. ADEVA de los valores promedios de tiempo de descomposición en el tratamiento de microorganismos en el proceso de descomposición. FACIAG. UTB. 2017.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	136,95	3	22,83	17,75	0,0001
Microorganismos benéficos	12,50	1	12,50	8,65	0,0123
Dosis	44,78	2	22,39	15,50	0,0005
Microorganismos * Dosis	22,33	2	11,17	7,73	0,0070
Testigo vs Resto	57,34	1	57,34	44,60	0,0001
Error	18,00	14	1,29		
Total	154,95	20			
CV %	2,58				

Cuadro 22. Valores promedios de rendimiento en el tratamiento de microorganismos en el proceso de descomposición. FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos			Bloques				
N°	Microorganismos benéficos	Dosis	Uno	Dos	Tres	Σ	\bar{x}
T1	Bacillus spp	150 cc / 10 litros de agua	0,40	0,41	0,39	1,20	0,40
T2		200 cc / 10 litros de agua	0,45	0,43	0,44	1,32	0,44
T3		300 cc / 10 litros de agua	0,50	0,51	0,49	1,50	0,50
T4		150 cc / 10 litros de agua	0,39	0,38	0,37	1,14	0,38
T5	Trichoderma spp	200 cc / 10 litros de agua	0,47	0,48	0,46	1,41	0,47
T6		300 cc / 10 litros de agua	0,51	0,50	0,48	1,49	0,50
T7	Testigo		0,32	0,31	0,29	0,92	0,31
Σ			3,04	3,02	2,92	8,98	2,99
\bar{x}			0,43	0,43	0,42	1,28	0,43

Cuadro 23. ADEVA de los valores promedios de rendimiento en el tratamiento de microorganismos en el proceso de descomposición. FACIAG. UTB. 2017.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0,09000	3	0,01000	107,23	0,0001
Microorganismos benéficos	0,00002	1	0,00002	0,18	0,6774
Dosis	0,04000	2	0,02000	145,95	0,0001
Microorganismos * Dosis	0,00190	2	0,00097	7,95	0,0063
Testigo vs Resto	0,05000	1	0,05000	370,78	0,0001
Error	0,00190	14	0,00014		
Total	0,09000	20			
CV %	2,47				

Cuadro 24. Promedios de temperaturas. FACIAG. UTB. 2017.

PRIMERA SEMANA				
CUADRO DE TEMPERATURAS				
	R1	R2	R3	XI
T1	45.20	45.10	45.00	45.10
T2	44.20	45.15	45.21	44.85
T3	43.89	44.74	45.56	44.73
T4	45.19	43.90	44.87	44.65
T5	45.30	45.70	45.30	45.43
T6	44.54	45.20	45.60	45.11
T7	44.90	45.10	44.98	44.99

Cuadro 25. Promedios de temperaturas. FACIAG. UTB. 2017.

SEGUNDA SEMANA				
CUADRO DE TEMPERATURAS				
	R1	R2	R3	XI
T1	43.20	43.10	43.50	43.27
T2	43.10	43.15	43.10	43.12
T3	42.80	42.90	44.10	43.27
T4	43.90	43.10	42.90	43.30
T5	42.40	42.10	42.60	42.37
T6	42.40	42.80	43.60	42.93
T7	42.60	43.40	42.90	42.97

Cuadro 26. Promedios de temperaturas. FACIAG. UTB. 2017.

TERCER SEMANA				
CUADRO DE TEMPERATURAS				
	R1	R2	R3	XI
T1	36.80	37.30	38.50	37.53
T2	37.10	38.70	38.20	38.00
T3	37.00	37.60	37.85	37.48
T4	38.20	38.24	38.65	38.57
T5	38.10	39.10	38.52	38.57
T6	37.90	37.50	39.00	38.13
T7	37.60	39.10	38.65	38.45

Cuadro 27. Promedios de temperaturas FACIAG. UTB. 2017.

CUARTA SEMANA				
CUADRO DE TEMPERATURAS				
	R1	R2	R3	XI
T1	34.50	35.20	35.90	35.20
T2	35.30	34.50	35.70	35.20
T3	33.90	34.90	34.70	34.50
T4	34.80	34.50	34.80	34.70
T5	35.20	35.60	35.70	35.50
T6	34.60	34.80	34.10	34.50
T7	33.70	33.80	34.10	33.90

Cuadro 28. Promedios de temperaturas. FACIAG. UTB. 2017.

QUINTA SEMANA				
CUADRO DE TEMPERATURAS				
	R1	R2	R3	XI
T1	31.20	29.90	30.50	30.50
T2	31.50	31.80	29.80	31.00
T3	29.80	30.10	30.60	30.20
T4	30.80	30.50	30.40	30.60
T5	31.20	31.10	30.80	31.00
T6	30.30	30.70	30.60	30.50
T7	29.80	29.90	29.70	29.80

Cuadro 29. Promedios de temperaturas. FACIAG. UTB. 2017.

SEXTA SEMANA				
CUADRO DE TEMPERATURAS				
	R1	R2	R3	XI
T1	24.90	23.80	24.60	24.40
T2	23.90	24.10	23.80	23.90
T3	24.70	25.10	25.00	24.90
T4	24.70	24.60	24.50	24.60
T5	23.80	24.30	23.70	23.90
T6	23.60	24.60	24.10	24.10
T7	23.10	23.20	23.40	23.20

Cuadro 30. Promedios de temperaturas. FACIAG. UTB. 2017.

SÉPTIMA SEMANA				
CUADRO DE TEMPERATURAS				
	R1	R2	R3	XI
T1	16.50	17.10	16.90	16.80
T2	16.80	17.20	16.50	16.80
T3	15.90	15.80	16.00	15.90
T4	16.30	16.50	17.00	16.60
T5	17.10	16.90	16.80	16.90
T6	16.90	15.90	15.80	16.20
T7	15.90	16.00	16.10	16.00

Cuadro 31. Promedios de temperaturas. FACIAG. UTB. 2017.

OCTAVA SEMANA				
CUADRO DE TEMPERATURAS				
	R1	R2	R3	XI
T1	11.60	11.20	11.90	11.60
T2	11.90	10.60	11.80	11.40
T3	12.00	11.80	11.50	11.80
T4	11.90	10.90	11.60	11.50
T5	10.00	10.50	10.30	10.30
T6	10.70	10.80	10.60	10.70
T7	11.00	10.90	10.40	10.80

Cuadro 32. Promedios de rendimiento. FACIAG. UTB. 2017.

RENDIMIENTO				
PROMEDIOS DE RENDIMIENTOS				
	R1	R2	R3	XI
T1	81,00	80,90	81,10	81,00
T2	91,90	81,10	82,00	82,00
T3	82,40	82,60	82,50	82,50
T4	80,40	80,90	81,10	80,80
T5	91,60	81,90	81,50	81,70
T6	81,70	82,90	83,10	82,90
T7	80,00	79,80	79,90	79,90

	PROMEDIOS DE TEMPERATURAS DE TODAS LAS SEMANAS							
TRATAMIENTOS	1ERA	2DA	3RA	4TA	5TA	6TA	7MA	8VA
	x	x	x	x	x	x	x	x
T1	45.10	43.27	37.53	35.20	30.50	24.40	16.80	11.60
T2	44.85	43.12	38.00	35.20	31.00	23.90	16.80	11.40
T3	44.73	43.27	37.48	34.50	30.20	24.90	15.90	11.80
T4	44.65	43.30	38.57	34.70	30.60	24.60	16.60	11.50
T5	45.43	42.37	38.57	35.50	31.00	23.90	16.90	10.30
T6	45.11	42.93	38.13	34.50	30.50	24.10	16.20	10.70
T7	44.99	42.97	38.45	33.90	29.80	23.20	16.00	10.80

Cuadro 33. Promedios de temperaturas. FACIAG. UTB. 2017.

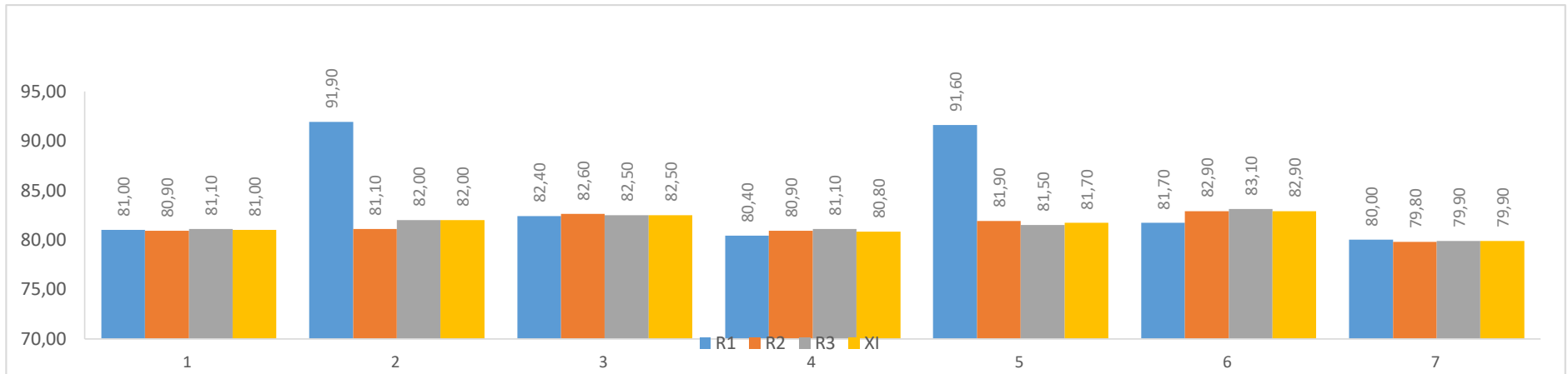


Gráfico 2. Rendimiento. FACIAG. UTB. 2017.

Apéndice 2: Galería fotográfica



Imagen 1. Descomponedor orgánico



Imagen 2. Detalle del producto



Imagen 3. Cama de descomposición



Imagen 4. Separación de residuos



Imagen 5. Señalización de parcela



Imagen 6. Toma de temperatura

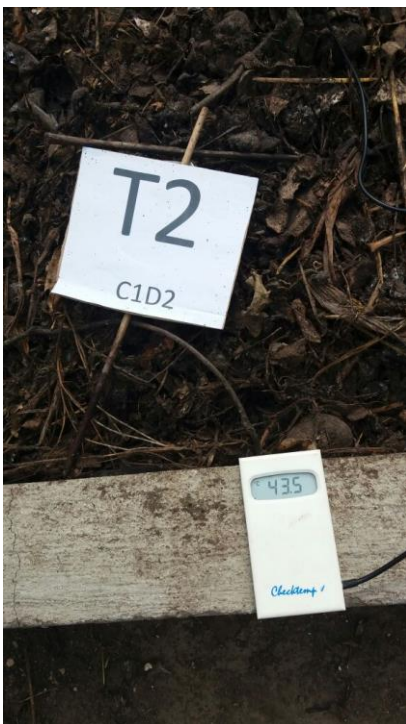


Imagen 7. Primera toma de temperatura



Imagen 8. Elaboración de camas



Imagen 9. Descomponedor orgánico



Imagen 10. Detalle del producto



Imagen 11. Cama de descomposición



Imagen 12. Datos de temperatura



Imagen 13. Desechos recolectados



Imagen 14. Desechos de hogares



Imagen 15. Colocación de desechos



Imagen 16. Elaboración de camas



Imagen 17. Toma de temperatura



Imagen 18. Toma de temperatura



Imagen 19. Cama de descomposición



Imagen 20. Separación de residuos



Imagen 21. Separación de plásticos



Imagen 22. Tratamientos ya establecidos



Imagen 23. Materia ya seleccionada



Imagen 24. Volteado de camas



Imagen 25. Recolección de materia



Imagen 26. Recolección de materia



Imagen 27. Separación de residuos



Imagen 28. Separación de residuos



Imagen 29. Carro recolector



Imagen 30. Separación de residuos

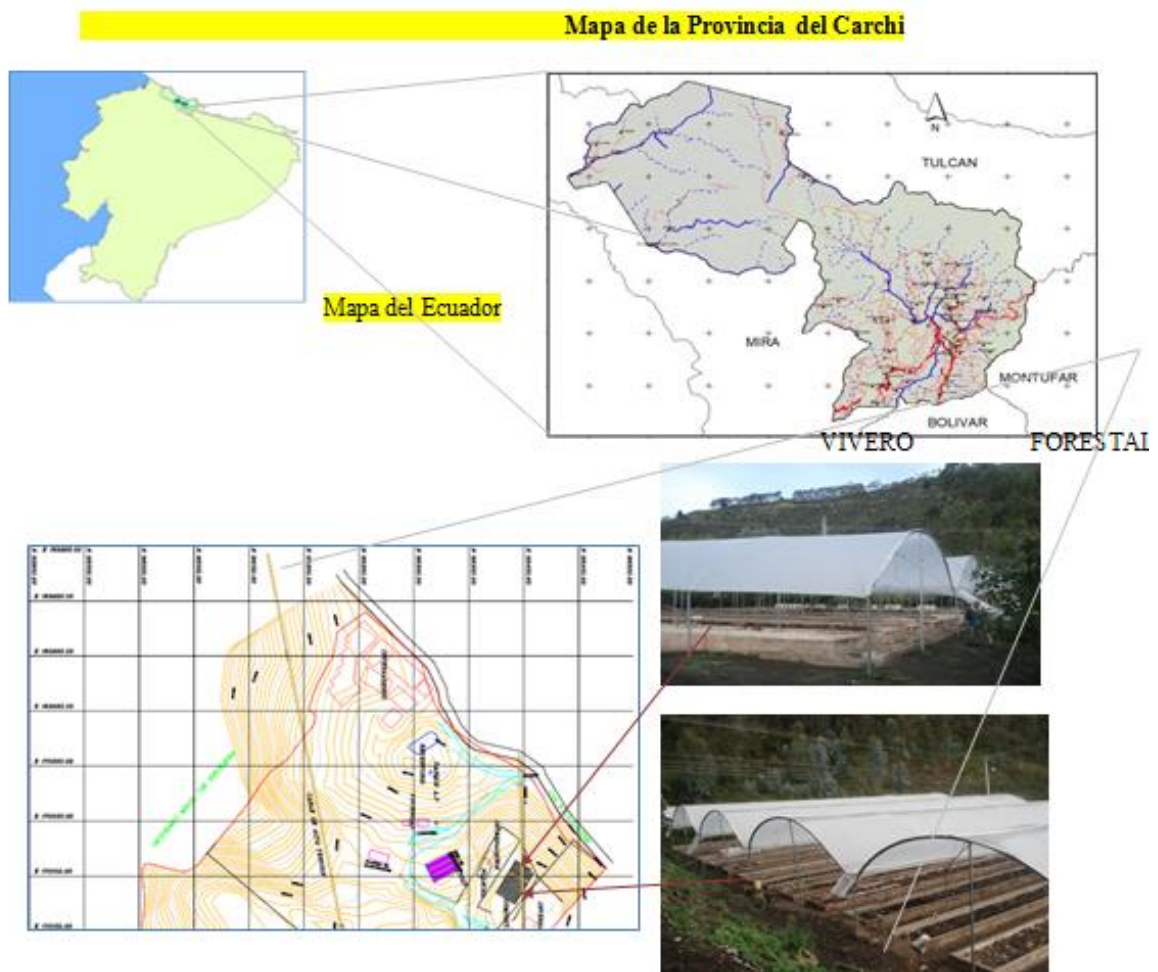


Imagen 31. Visita del tutor



Imagen 32. Visita del tutor

Ubicación y descripción del área experimental.



Apéndice 3: Análisis de laboratorio de los tratamientos