



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ELABORACIÓN DE COMPOST A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS CON EL USO
DE BACTERIAS ACIDO-LÁCTICAS Y *Trichoderma spp.* EN LA CIUDAD DE IBARRA.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniera en Biotecnología

Profesor Guía

Ms. Haro Barroso Camilo Pavel

Autora

Sara Michelle Andrade Ruiz

Año
2016

DECLARACIÓN DOCENTE GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un apropiado desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Camilo Pavel Haro Barroso

Magister en Ingeniería para el Ambiente y el Territorio

C.I. 0603316217

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Sara Michelle Andrade Ruiz

C.I. 1725667222

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme su bendición, guiarme y permitirme continuar con mis objetivos cada día, a mis padres Fausto Andrade y Elvia de Lourdes, hermanos, familia en general y a mis amigos, porque siempre estuvieron con su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

Al Ing. Diego Villalba, gerente de la Empresa de Sólidos, a la BQF. Carla Valarezo, al Ing. Christian Tafur (Laboratorio EMAPA-I) y a la Ing. Carla López gerente de la Empresa de Rastro, que de una forma especial colaboraron y participaron en la realización de este trabajo y a que su logro haya sido satisfactorio.

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Titulación con todo mi corazón a Dios, por las bendiciones diarias. A todos los miembros de mi familia, especialmente a FAUSTO ANDRADE y ELVIA DE LOURDES, quienes con su amor, dedicación y sacrificio me permitieron alcanzar mis metas y han sido inspiración en mi vida y la principal motivación para lograr culminar este proyecto.

RESUMEN

Actualmente en la ciudad de Ibarra, se producen alrededor de 46.800 t/año de desechos sólidos orgánicos procedentes de domicilios, camales, industrias, entre otras, lo que constituye un serio problema de salubridad para la colectividad. Por tal motivo, durante el presente estudio se optimizaron los residuos orgánicos de origen animal provenientes del Camal Municipal de la Ciudad de Ibarra, para la producción de compost, utilizando bacterias ácido-lácticas y *Trichoderma* spp. Para la experimentación se utilizaron diferentes cantidades de microorganismos con sus respectivas réplicas, considerándose para ello: bacterias a una concentración de 10^{11} UFC/L (25 mL, 50 mL, 75 mL), hongos de concentración 10^{11} UFC/L (25 mL, 50 mL, 75 mL) y hongos más bacterias de concentración 10^{11} UFC/L cada una (8 mL de hongos, 17 mL de bacterias; 12,5 mL hongos, 12,5 mL bacterias y 8 mL de bacterias, 17 mL de hongos), además de un blanco control. Al término de la experimentación, luego de realizar una caracterización físico-química respectiva y mediante análisis estadísticos se determinó que el tratamiento más óptimo fue el de hongos más bacterias, preparado con 8 mL de hongos, 17 mL de bacterias y 300 mL de melaza diluidas en 10 litros de agua. El compost obtenido de dicho tratamiento presentó una temperatura promedio de 38,45 °C, una relación carbono/nitrógeno de 14,8 y porcentaje de materia orgánica del 41,1 % lo que demuestra que la simbiosis generada entre ambos microorganismos disminuye los tiempos de producción del compost de 170 a 120 días.

ABSTRACT

The city of Ibarra produces approximately 46.800 ton/year of organic waste, coming from homes, slaughterhouses and industries amongst others. This constitutes a major health hazard for the city. For this reason, during this research, we optimized the organic residues coming from the municipal slaughterhouses of Ibarra, by turning them into compost, by using different quantities of microorganisms and their respective repetitions. Utilizing for this purpose: bacteria with a concentration of 10^{11} CFU/L (25 mL, 50 mL, 75 mL), and fungus in the concentration of 10^{11} CFU/L (25 mL, 50 mL, 75 mL) and fungus plus bacteria in the concentrations of 10^{11} CFU/L (8 mL fungus, 17 mL bacteria, 12,5 mL fungus, 12,5 mL bacteria and 8 mL de bacteria, 17 mL fungus), aside of a control. At the end of the research and after a physic-chemical characterization and a thorough statistical analysis, it was determined that the optimal treatment was made with the combination of bacteria plus fungus, with a composition of 8 mL of fungus, 17 mL of bacteria and 300 mL of molasses diluted in 10 liters of water. The resulting compost of such treatment presented an average temperature of 38,45 °C, a carbon/nitrogen relation of 14,80 and a percentage of organic matter of 41,10 % which demonstrate that the symbiosis generated amongst the microorganisms reduces the time of compost production from 170 to 120 days.

ÍNDICE

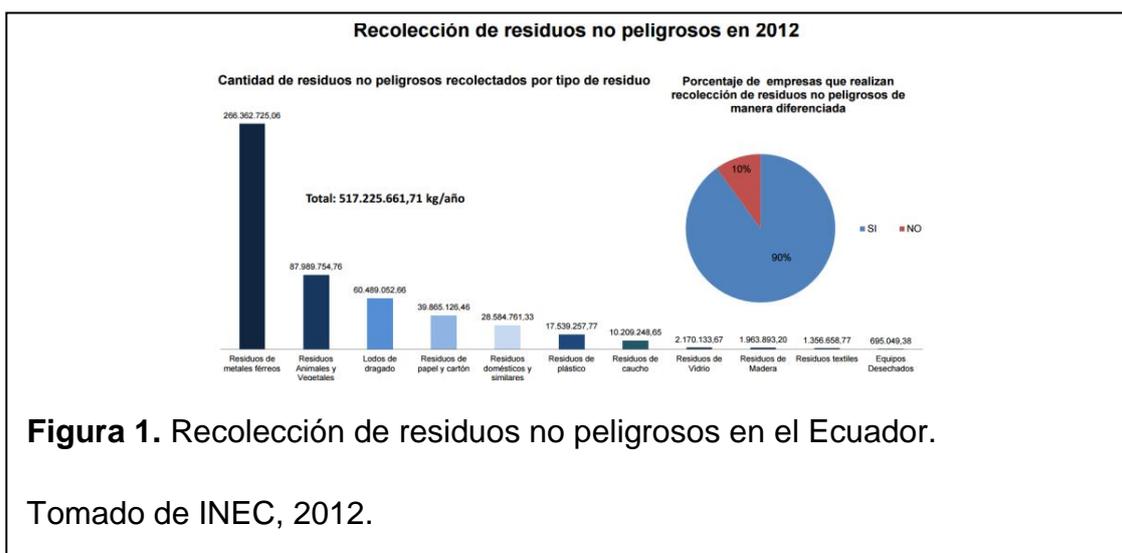
| | |
|---|----|
| 1. CAPÍTULO I | 1 |
| 1.1. Antecedentes..... | 1 |
| 1.2. Planteamiento del problema | 3 |
| 1.3. Justificación | 4 |
| 1.4. Objetivos..... | 4 |
| 1.4.1. Objetivo General..... | 4 |
| 1.4.2. Objetivo Especifico | 4 |
| 2. CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 5 |
| 2.1. Materia orgánica vegetal y animal..... | 5 |
| 2.1.1. Generalidades | 5 |
| 2.1.2. Procedencia y tipos de desechos orgánicos..... | 5 |
| 2.1.3. Tratamientos para desechos orgánicos..... | 9 |
| 2.1.4. Normativas | 10 |
| 2.2. Abonos..... | 12 |
| 2.2.1. Generalidades | 12 |
| 2.2.2. Diferencia entre abonos orgánicos y químicos | 13 |
| 2.2.3. Importancia y aplicación de compost..... | 15 |
| 2.2.4. Características generales de un compost..... | 16 |
| 2.3. Acelerantes orgánicos..... | 17 |
| 2.3.1. Generalidades | 17 |
| 2.3.2. Bacterias ácido-lácticas | 17 |
| 2.3.3. <i>Trichoderma</i> spp..... | 18 |
| 3. CAPÍTULO III: DISEÑO DE PLAN EXPERIMENTAL..... | 19 |
| 4. CAPÍTULO IV: PROCEDIMIENTOS | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1. Elaboración de los lechos y dosificación de los microorganismos en la descomposición del material orgánico..... | 21 |
| 4.2. Cuantificación de parámetros físico-químicos en el proceso de degradación de los residuos orgánicos animales y vegetales. | 27 |
| 5. CAPÍTULO V: RESULTADOS | 32 |
| 5.1. Análisis de los parámetros físico-químicos evaluados | 32 |
| 5.1.1. Parámetros físicos en la fase inicial..... | 32 |
| 5.1.2. Parámetros químicos en la fase inicial | 35 |
| 5.1.3. Parámetros físicos en la fase final | 39 |
| 5.1.4. Parámetros químicos en la fase final..... | 41 |
| 5.2. Análisis estadístico de datos..... | 46 |
| 5.2.1. Análisis físico-químico en la fase inicial..... | 46 |
| 5.2.2. Análisis físico-químico en la fase final | 50 |
| 5.3. Estructuración de un diagrama de flujo del proceso final | 55 |
| 6. CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 56 |
| 6.1. Discusión | 56 |
| 6.1.1. Temperatura | 56 |
| 6.1.2. Relación Carbono/Nitrógeno (C/N) | 57 |
| 6.1.3. Materia Orgánica | 58 |
| 6.1.4. Conductividad eléctrica, fósforo y potasio | 58 |
| 6.2. Conclusiones | 59 |
| REFERENCIAS | 60 |
| ANEXOS | 64 |

1. CAPÍTULO I

1.1. Antecedentes

El crecimiento exponencial del sector urbano ha causado grandes complicaciones con la generación de extensas cantidades de residuos orgánicos que pueden ser fuente de contaminación del suelo, el agua y el aire. Una encuesta realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el 2012, determinó que se generaron aproximadamente 87.989.754,76 Kg/año de residuos sólidos orgánicos (animales y vegetales) en el país (Figura 1) que no fueron tratados adecuadamente por los organismos municipales competentes. Específicamente en la ciudad de Ibarra se generaron alrededor de 46.800 t/año de desechos sólidos orgánicos procedentes de domicilios, camales, industrias, entre otras (INEC, 2012).



En el año 2012, solo el 55 % de los residuos domésticos o sus similares fueron tratados por una gestión municipal o autorizados, mientras que el resto de los residuos considerados como no peligrosos (residuos orgánicos, plásticos, etc.) no tuvieron un tratamiento y fueron hacia los distintos botaderos de basura del país (INEC, 2012).

En su mayoría los residuos orgánicos considerados no peligrosos, proceden de las grandes industrias a nivel nacional, como la industria agropecuaria,

agroindustrial, láctea, de cereales, aceitera, frigorífica, pesquera, forestal y de los residuos urbanos domiciliarios; no obstante, la industria que presenta el mayor índice de contaminación por desechos orgánicos es la industria frigorífica (Sztern, D. y Pravia, M, 2013, págs. 11-15). Durante los diferentes procesos de faenamiento se obtienen desechos orgánicos (vísceras, pelos, excretas, sangre, plumas y huesos) que representan un foco de contaminación ambiental y sanitario al no tener un tratamiento eficiente. Sin embargo, Agropesa es la única empresa a nivel nacional de tipo frigorífica que posee sistemas eficientes de tratamientos para este tipo de residuos (INEC, 2012).

Los fertilizantes orgánicos, son muy utilizados actualmente y su elaboración se ha convertido en una manera rápida, eficiente y económica de eliminar la contaminación producida por residuos sólidos orgánicos. Existen dos tipos de tratamiento para los residuos orgánicos, un proceso anaerobio (biometanización) y un proceso aerobio (compostaje). En el proceso de biometanización, la fermentación biológica es de manera acelerada y artificial, donde el oxígeno es escaso o casi nulo, teniendo como resultado una mezcla de gases que suelen ser utilizados como combustible (Daza, M., Oviedo, E., Marmolejo, L., y Torres, P., 2014).

En el proceso de compostaje la materia orgánica se transforma en presencia de oxígeno y bajo condiciones controladas (pH, temperatura, conductividad eléctrica, etc.), donde se forman subproductos húmicos que son utilizados como fertilizantes para plantas o para la recuperación de suelos degradados (Oviedo, E., Mamolejo, L. y Torres, P., 2013).

Para los dos tipos de tratamientos se pueden utilizar los microorganismos endémicos del proceso de descomposición de la materia o inducir nuevos microorganismos capaces de acelerar y mejorar los niveles de fermentación y, por ende, del tratamiento (Daza, M., Oviedo, E., Marmolejo, L., y Torres, P., 2014). Las bacterias constituyen el 80 % y 90 % de microorganismos utilizados en este tipo de fermentación, puesto que son las responsables de la mayor parte de la descomposición y generación de altas y bajas temperaturas. Dentro del lecho, estos utilizan una amplia gama de enzimas que son capaces de

romper químicamente la materia orgánica (Cariello, M., Castañeda, L., Riobo, I. y Gonzalez, J., 2007).

Los hongos y las levaduras son otro tipo de microorganismos muy utilizados, puesto que son capaces de obtener la energía de la materia orgánica en descomposición y de los residuos de animales muertos, de esta manera se adaptan perfectamente al hábitat de un compostaje. Las especies fúngicas utilizadas son muy diversas, pero una de las más usadas son los hongos filamentosos como *Trichoderma*, capaz de descomponer polímeros complejos de celulosa, lignina, entre otros. Estos microorganismos son los iniciadores de la descomposición, dando paso a las bacterias en el momento en que la celulosa se ha consumido en un gran porcentaje. Los hongos son ideales para este tipo de tratamientos, puesto que se adaptan fácilmente a ambientes secos, con bajos contenidos de nitrógeno y difícil descomposición por bacterias (Cariello, M., Castañeda, L., Riobo, I. y Gonzalez, J., 2007).

1.2. Planteamiento del problema

En Ciudad de Ibarra, está vigente la el Acuerdo N°. 061 regula estos residuos (Tapia, L., 2015). No obstante, estos sólidos no peligrosos no son reciclados o tratados adecuadamente lo que genera una excesiva contaminación debido a la liberación hacia el ambiente de lixiviados y gases derivados de la descomposición de estos (Vaca, 2011).

En los últimos años con el avance de la ciencia y la tecnología se ha dejado de lado el uso de fertilizantes orgánicos por fertilizantes químicos, lo que ha causado un desgaste de los suelos. Esto ha provocado un deterioro de las condiciones físico-químicas de los suelos, dificultando así el crecimiento de especies vegetales y disminuyendo la calidad de los productos finales (Sztern, D. y Pravia, M, 2013, págs. 11-15). La utilización de compost a partir de materia orgánica animal busca dar una solución ambiental mediante una alternativa asequible, de bajo costo y amigable con el ambiente.

1.3. Justificación

En la actualidad es preocupante el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos en el Ecuador, debido a que no existen procesos que los utilicen; generando consigo una excesiva contaminación ambiental. La descomposición de estos residuos produce lixiviados, desechos sólidos, gases de efecto invernadero, entre otros, que provocan afectaciones incontroladas al ecosistema (INEC, 2012).

Otro punto a considerar es que el compost mejora la calidad de los suelos y ayuda a reforzar los ciclos ecológicos de muchos suelos degradados. Por otra parte, al añadir microorganismos para acelerar los procesos de descomposición estamos garantizando el reciclaje de la materia orgánica, conjuntamente con el incremento de la disposición de macro y microelementos que va a ser de gran importancia para el desarrollo de las plantas y del suelo (Vavia, C., Zemanate, Morales, S., Prado, F. y Albán, N., 2013).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Elaborar compost a partir de desechos animales del Camal Municipal de la Ciudad de Ibarra con el uso de bacterias ácido-lácticas y *Trichoderma* spp.

1.4.2. Objetivo Especifico

- Evaluar la dosis óptima de los acelerantes utilizados en la descomposición de la materia orgánica mediante variables contables.
- Determinar las condiciones más favorables para la descomposición de los residuos orgánicos animales mediante la valoración de variables contables y la caracterización físico-química del producto obtenido.
- Establecer la técnica para la elaboración de compost a partir de desechos orgánicos animales procedentes del Camal Municipal de la Ciudad de Ibarra mediante la aplicación de acelerantes biológicos.

2. CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Materia orgánica vegetal y animal

2.1.1. Generalidades

La materia orgánica es un producto natural, que proviene de restos o de la descomposición de plantas y/o animales con ayuda de microorganismos como hongos, bacterias, levaduras, mohos, entre otros. La materia prima animal y vegetal contiene alrededor del 5 % de nitrógeno total, además de otros macro y micro elementos tales como calcio, magnesio, fósforo, potasio, etc. Bajo condiciones controladas el humus o compost pueden contribuir con alrededor del 65 % al 75 % de los minerales y nutrientes para el suelo y la planta, incluso con este tipo de desechos se puede llevar a cabo la recuperación de suelos degradados ya que son capaces de almacenar energía y nutrientes utilizados por las plantas y organismos la cual protegen los cultivos de cualquier tipo de plagas o enfermedades (Daza, M., Oviedo, E., Marmolejo, L., y Torres, P., 2014).

El proceso de descomposición orgánica es una fase biológica natural llevada a cabo por tres factores esenciales (Arias, I., Pérez, M., Laines, J y Castañón, G. , 2009):

- Condiciones medio ambientales (pH, temperatura, humedad).
- Naturaleza de las materias orgánicas (animales, vegetales y mixtas).
- Carga microbiana del suelo.

2.1.2. Procedencia y tipos de desechos orgánicos

La gran mayoría de los residuos orgánicos considerados como contaminantes provienen de la actividad agropecuaria y agroindustrial, de la industria láctea, aceitera, pesquera, forestal y de los residuos sólidos urbanos domiciliarios. De acuerdo a la composición que presente la materia prima animal o vegetal, puede clasificarse en orgánica e inorgánica (Mejía, 2006):

- **Orgánica:** es el conjunto de todos los desechos biológicos derivados de seres vivos, por ejemplo: plumas, hueso, excretas, pieles, etc.

Las sustancias orgánicas se dividen en:

- No transformadas: toda materia o sustancia que no ha sufrido ningún tipo de cambio físico, químico o biológico.
- Semitransformada: residuo orgánico que está en proceso de descomposición parcial.
- Transformada: toda materia que ha pasado por un proceso de descomposición (cambios o modificaciones estructurales) formando micro y macro elementos nutritivos para plantas y suelos.

No obstante, la industria que presenta un mayor índice de contaminación por desechos orgánicos no tratados, es la industria frigorífica (Sztern, D. y Pravia, M, 2013).

Durante los diferentes procesos de la industria frigorífica o de faenamiento se presenta una serie de dificultades para el correcto tratamiento de los desechos orgánicos (vísceras, pieles, pelos, excretas, sangre, plumas y huesos), generando inconvenientes de tipo ambiental y sanitario. Pocos son los camales que tienen sistemas de tratamiento de dichos desechos. Agropesa, es una las pocas industrias a nivel nacional que poseen un tratamiento donde se fabrican harinas a partir de huesos, plumas y sangre, además de utilizar las vísceras y pieles (cuero) para la producción de prendas de vestir (INEC, 2012). Los desechos orgánicos más descartados por la industria frigorífica son: excretas, sangre y rumen.

- **Excretas:** mezcla de alimentos no digeridos y material fecal procedente del organismo de los animales, que en su mayoría contiene residuos de alimentos, jugos gástricos y pancreáticos, asimismo células muertas del tracto digestivo y una amplia gama de microorganismos vivos y muertos (Mejía, 2006). La materia fecal de los animales no posee una estructura fija, debido a que hay distintos parámetros que influyen en esta, por ejemplo, la edad, linaje, nutrición, esfuerzo físico que realice, genética,

entre otras. La característica más relevante del mismo es la nutrición del animal, puesto que un animal de menor edad consume mayor cantidad de nitrógeno y fósforo que un animal adulto, sin embargo, estos son capaces de proporcionar estiércol de mejor calidad, puesto que contiene elementos fertilizantes tanto para la planta como para el suelo (Guerra, A. y Marcillo, L, 2009).

Entre las ventajas más significativas de emplear este tipo de desechos en distintos procesos orgánicos, como en la elaboración de compost tenemos (Guerra, A. y Marcillo, L, 2009):

- a) Provee de nutrientes y minerales al suelo.
 - b) Retención de humedad y aumento de carga microbiana.
 - c) Eleva la fertilidad del suelo y por defecto su productividad.
- **Sangre:** la sangre de los animales es considerada una víscera y un producto de rastro con alto contenido proteico y lipídico, además de otras sustancias como: hierro, calcio, fósforo y altas concentraciones de grasa. La sangre sufre procesos de hidrólisis enzimática proporcionando una solución acuosa que puede ser utilizada como fertilizante orgánico debido a su acción de absorción acelerada por las plantas y el suelo, además de su alto contenido nitroso, que permite el desarrollo de nutrientes para los microorganismos del suelo (Carretero, I., Doussinague, C. y Villena, E., 2013).
 - **Rumen:** alimento que el animal no avanza a digerir en el proceso de rumia. Este desecho se obtiene durante el faenamiento, no se mezcla con ningún otro material, es limpio y no genera olores. El rumen es diferente del estiércol debido a que no atraviesa un proceso enzimático y bacteriano en el estómago del animal rumiante. Este no es considerado un contaminante, pero sí, un desecho. El material no digerido en campo abierto tiene un proceso de degradación natural, en donde se presenta como un desecho factible para la elaboración de fertilizantes, debido a

que se adapta fácilmente a los pH requeridos por dicho abono (Carretero, I., Doussinague, C. y Villena, E., 2013).

Otra industria que produce desechos que son considerados contaminantes es la industria azucarera, entre estos residuos contaminantes se puede encontrar:

- **Bagazo de caña:** es un subproducto proveniente de la extracción del jugo de caña y obtención de azúcar; es un residuo fibroso y heterogéneo, que brinda consistencia al producto final del compost (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2014).

El bagazo al ser una especie vegetal, está constituido por celulosa, hemicelulosa, holocelulosa, lignina, entre otras fibras. La composición física y química después del proceso de trituración que sufre este tallo es: humedad (55 – 65 %), fibra cruda (50 %), carbono (48 %), entre otros (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2014).

- **Melaza:** es un derivado del proceso de purificación del azúcar y constituye una fuente de carbono y energía, para la activación de ciertos microorganismos que intervienen en la fermentación dentro del proceso de compostaje. Esta sustancia orgánica es rica en macronutrientes como magnesio, potasio, calcio y micronutrientes como boro (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2014).

La industria de cereales, produce diversos residuos que son muy utilizados en los procesos de elaboración de compost. La cascarilla de arroz es un subproducto que arroja el pilado del arroz, que por lo general es usado como biomasa (INEC, 2012). Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2014), el 35 % de la cascarilla de arroz es utilizado en la industria florícola. Este subproducto sirve como impermeabilizante además de mantener el calor dentro de los lotes de descomposición, debido a que tiene una baja porosidad (26 - 54 %) y humedad (6 – 15 %)

- **Inorgánica:** residuos precedentes de métodos no naturales, que su mayoría llevan moléculas o compuestos denominados sintéticos. Estos

compuestos no se derivan de una transformación biológica (Mosquera, 2010).

Las sustancias inorgánicas representan una amplia gama de desechos, entre los más importantes encontramos (Mosquera, 2010):

- Plástico
- Papel
- Vidrio
- Metal
- Telas
- Envases de cartón.

2.1.3. Tratamientos para desechos orgánicos

En la actualidad es preocupante el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos en el Ecuador, debido a que no existen procesos óptimos de utilización de los mismos; generando consigo una excesiva contaminación ambiental. La descomposición de estos residuos produce lixiviados, desechos sólidos, gases de efecto invernadero, entre otros, que provocan afectaciones incontroladas al ecosistema (INEC, 2012).

Varios estudios han demostrado que para el tratamiento de los residuos orgánicos se pueden utilizar procesos anaerobios (metanización) o procesos aerobios (compostaje). El primero es una fermentación biológica de aceleración artificial, en el cual el oxígeno es escaso o casi nulo, donde el resultado es la obtención de gases procedentes de la descomposición orgánica (Metano, H_2S , entre otros) que pueden ser utilizados como combustible para la generación de energía (Mosquera, 2010). Por el contrario, el proceso aerobio es una transformación de la materia orgánica que se realiza en presencia de oxígeno bajo condiciones controladas (pH, temperatura, conductividad eléctrica, etc.) y donde se forman subproductos húmicos o compost que pueden ser utilizados como fertilizantes para plantas o para la recuperación de suelos degradados (Pardo, N., Matinez, H., Durán, F., Rincón, J. y Rosas, A., 2009).

Hoy en día la elaboración de compost se encuentra en apogeo, puesto que al ser un proceso donde se aprovechan los residuos orgánicos, disminuyen su volumen y el impacto ambiental que provocan, siendo una alternativa económicamente viable (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2014). A nivel mundial existen regulaciones sobre el manejo de los desechos orgánicos, siendo contradictorio que en pleno siglo XXI aún se observen empresas y municipalidades que no dispongan de un tratamiento apropiado de residuos, desaprovechándose así su enorme potencial energético y fertilizante (Arias, I., Pérez, M., Laines, J y Castañón, G. , 2009).

2.1.4. Normativas

En la actualidad, el país cuenta con leyes que norman, establecen y garantizan el uso y manejo de residuos sólidos no peligrosos, de acuerdo a los artículos 15, 264 y 415 que señalan (La Ley de Gestión Ambiental, 2012):

Art. 15.- “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la 25 soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional”.

Art. 264.- “Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley”:

Art. 264, Literal 4. “Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos

sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley”.

Art. 415.- “El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías”.

En correspondencia a las leyes antes mencionadas, podemos decir que el desarrollo del presente estudio va encaminado al cuidado y manejo de los residuos sólidos orgánicos provenientes de las diferentes industrias, lo que permite orientarlas al tratamiento adecuado de desechos sólidos.

En la ciudad de Ibarra rige la regulación de los desechos sólidos que irá en función de los lineamientos establecidos en el Acuerdo N°. 061 de la “*Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, Art. 2*” del Ministerio de Medio Ambiente, modificada el lunes 4 de mayo del 2015 (Pozo, H., 2015), que cita diversos puntos, entre los más relevantes se encuentran:

Preventivo o de Prevención. - *Es la obligación que tiene el Estado, a través de sus instituciones y órganos y de acuerdo a las potestades públicas asignadas por ley, de adoptar las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.*

Precautorio o de Precaución. - *Es la obligación que tiene el Estado, a través de sus instituciones y órganos y de acuerdo a las potestades públicas asignadas por ley, de adoptar medidas protectoras eficaces y oportunas cuando haya peligro de daño grave o irreversible al ambiente, aunque haya duda sobre el impacto ambiental de alguna acción, u*

omisión o no exista evidencia científica del daño.

De la mejor tecnología disponible. - *Toda actividad que pueda producir un impacto o riesgo ambiental, debe realizarse de manera eficiente y efectiva, esto es, utilizando los procedimientos técnicos disponibles más adecuados, para prevenir y minimizar el impacto o riesgo ambiental.*

2.2. Abonos

2.2.1. Generalidades

Los abonos orgánicos son una mezcla de subproductos naturales, procedentes de procesos de descomposición de materia orgánica de origen animal, vegetal o mixto; que aportan a la fertilidad y a la mejora estructural del suelo, así como a la absorción y humedad (Pardo, N., Matinez, H., Rincón, J. y Rosas, A., 2004).

La utilización de abonos posibilita el desarrollo de microorganismos endémicos y/o aceleradores de origen biológico, facilitando la degradación de compuestos ligno-celulósicos y mejorando a su vez el desarrollo de las plantas. La utilización de este tipo de fertilizantes orgánicos es recomendada para la recuperación de suelos, principalmente para los que presenten pérdida de cobertura orgánica y vegetal, además de evidencias de erosión hídrica y eólica, siendo además económicamente viable (Guerra, A. y Marcillo, L, 2009).

Los fertilizantes influyen en las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo, por ejemplo:

- **A nivel Físico:** debido a la coloración oscura que presenta el compost es capaz de absorber las radiaciones solares dañinas, permitiendo que el suelo adquiera calor, lo que facilita la absorción de minerales y nutrientes. La textura del suelo puede incrementarse, haciéndolos más ligeros y menos compactos, lo que permite una mayor aireación de los mismos (Mejía, 2006).
- **A nivel Biológico:** en base al aporte nutricional que contienen los

fertilizantes orgánicos hacen posible la estimulación de los microorganismos endémicos del suelo, los que son capaces de inhibir ciertos patógenos y enfermedades tanto para la planta como para el suelo, favoreciendo el crecimiento de los cultivos, degradación de la materia orgánica y la fijación de nutrientes (Guerra, A. y Marcillo, L., 2009).

- **A nivel Químico:** Controla las condiciones propicias para el equilibrio químico del suelo, estimulando el incremento de sustancias húmicas y fúlvicas que contribuyen a una ligera acidificación del suelo, permitiendo a su vez la solubilización de compuestos inorgánicos y el transporte de nutrientes en el mismo (Carretero, I., Doussinague, C. y Villena, E., 2013).

2.2.2. Diferencia entre abonos orgánicos y químicos

Los fertilizantes más utilizados en el sector agropecuario son los químicos, que se definen como el producto elaborado mediante sustancias de origen inorgánico o sintético. Sin embargo, existen ciertas diferencias entre ellos, como se aprecia en la Tabla 1 (Pardo, N., Matinez, H., Durán, F., Rincón, J. y Rosas, A., 2009):

Tabla 1. Diferencias entre fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

| Fertilizantes Orgánicos | Fertilizantes Químicos |
|---|---|
| Son elaborados en base a los subproductos que generan las diferentes industrias y actividades antropogénicas. | Son elaborados mediante materia prima importada. |
| Es independiente del consumo energético. | Es altamente dependiente del consumo energético. |
| Proviene de la descomposición de los desechos orgánicos. | Los compuestos utilizados para su elaboración provienen de yacimientos mineros. |
| Limitada condensación de nutrientes y altos niveles de humedad. | Alta condensación de nutrientes y baja humedad. |
| Altos costos de transporte y mano de obra para su elaboración. | Bajos costos de transporte y mano de obra para su elaboración. |
| Su composición no es tan exacta y requiere mayor cuidado en su dosificación. | Su composición es más exacta y su dosificación es más controlable. |
| Se basan en necesidades específicas del demandante. | Se basan en necesidades generales del demandante. |
| De acuerdo a la procedencia de los desechos (lodos, basura) pueden presentar metales pesados. | Son fertilizantes libres de metales pesados generalmente. |
| Son menos solubles, por lo que la planta necesita más tiempo para absorber los nutrientes. | Son más solubles y por ende la absorción de nutrientes es acelerada. |
| Presenta alto porcentajes de humedad y por su textura (esponjosa), la adaptación a los diferentes cultivos es más compleja. | Al presentar baja humedad y por su textura (granulada), se adaptan más fácilmente al tipo de cultivo que lo requiere. |

Tomado de Mosquera, 2010 y Pardo, N., Matinez, H., Durán, F., Rincón, J. y Rosas, A., 2009.

2.2.3. Importancia y aplicación de compost

La calidad de los cultivos depende de la disponibilidad de los nutrientes que exista en los suelos. Los abonos orgánicos son considerados como la mejor opción al momento de fertilizar o recuperar un suelo determinado (Román, P., Martínez, M. y Pantoja, A., 2013).

Un suelo óptimo debe presentar una apropiada concentración de materia orgánica, adecuados niveles de humedad y de micronutrientes. Las distintas propiedades del suelo pueden verse afectadas de manera benéfica como se indica en la Tabla 2:

Tabla 2. Propiedades físicas, biológicas y químicas de los fertilizantes orgánicos.

| Propiedades físicas | Propiedades biológicas | Propiedades químicas |
|---|---|--|
| Mejora del suelo y la creación de agregados. | Inhibe el desarrollo microorganismos patógenos (plaguicida). | Es una fuente indispensable de nitrógeno. |
| Brinda mayor estabilidad de minerales en una determinada área. | Es capaz de hidrolizar moléculas complejas. | Incrementa la nutrición fosfórica, impulsando el desarrollo de microorganismos. |
| Incrementa la aireación, retención de humedad y penetración del agua. | Favorece procesos naturales de microorganismos endémicos del suelo. | Potencial la disponibilidad de micro y macronutrientes |
| Incrementa la conductividad eléctrica, permitiendo una interfase entre las partículas minerales y las partículas orgánicas. | Permite conservar temperaturas estables, mejorando el fraccionamiento de minerales. Es utilizado como biocontrolador. | Es capaz de eliminar la erosión del suelo por las altas concentraciones de nutrientes que generan los desechos orgánicos utilizados. |

Tomado de Román, P., Martínez, M. y Pantoja, A., 2013.

2.2.4. Características generales de un compost

Existen nutrientes y minerales esenciales tanto para las plantas como para los suelos; un fertilizante de buena calidad es capaz de brindar los componentes que se pueden apreciar en la Tabla 3.

Tabla 3. Características físico-químicas de un compost.

| Factores | Descripción | Unidad | Intervalos | |
|--|--|--------|--------------|-----------------------|
| | | | Inicial | Final |
| Temperatura | Son parámetros indicadores del desarrollo del compost. | °C | 45 – 60 | Temperatura ambiente |
| Color | | - | Marrón | Oscuro |
| Olor | | - | Desagradable | Sin olor desagradable |
| pH | | - | Ácido | Alcalino |
| Humedad | | % | 50 - 60 | 30 - 40 |
| Conductividad eléctrica | Característica física del compost | mS/cm | 2 – 3,5 | 1 – 2,6 |
| Carbono orgánico total | Elemento esencial para nutrición de la planta. | % | >25 | ~25 |
| Nitrógeno total (N) | Elemento esencial para nutrición de la planta. | % | 2,5 - 3 | ~1 |
| Relación C/N | Biocontrolador en el proceso de compostaje. | - | ~25:1 | ~15:1 |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | Compuesto principal para la actividad fotosintética. | % | > 0,10 | ~2 |
| Potasio (K ₂ O) | Mantener la permeabilidad de la pared celular. | % | >0,25 | ~3 |

Tomado de Bastan K. y Solarsom A., 2013; Sepúlveda, L. y Alvarado, J., 2013 y Sztern, D. y Pravia, M, 2013.

2.3. Acelerantes orgánicos

2.3.1. Generalidades

La materia orgánica depende de múltiples microorganismos que aceleran la descomposición del elemento orgánico para luego transformarla en humus, por ende, mejoran sus aspectos biológicos, químicos y físicos (Soto, M., Jiménez, C., Molina, F. y González, J., 2013).

Para los procesos de elaboración de compost, podemos utilizar diversos microorganismos descomponedores como: bacterias fotosintéticas y ácido-lácticas, actinomicetos, hongos fermentadores y levaduras; estos son capaces de transformar la materia orgánica en compuestos más simples y estimular el desarrollo del crecimiento microbiano endémico en los suelos. También poseen la capacidad de suministrar un apropiado entorno medioambiental y nutritivo, mineralizando compuestos orgánicos alrededor de la planta, proporcionándole sustancias orgánicas y antioxidantes de absorción rápida (vitaminas, azufre, fósforo) (Soto, M., Jiménez, C., Molina, F. y González, J., 2013).

2.3.2. Bacterias ácido-lácticas

Las bacterias ácido-lácticas (BAL) son un conjunto de microorganismos con un metabolismo fermentativo, que producen altos niveles de ácidos lácticos como resultado final de una descomposición. Las BAL transforman la materia orgánica en micropartículas, que son fácilmente absorbidas por las raíces de las plantas (Holguin, V. y Mora, J., 2009).

Hoy por hoy, las BAL exhiben un potencial biotecnológico, en los distintos procesos fermentativos para la obtención de un producto final destinado al consumo humano y de carácter ambiental. Generan además un desarrollo antagónico de los microorganismos, favoreciendo el crecimiento de las especies vegetales, gracias al mutualismo planta-microorganismo existente. Entre las importantes tenemos (Silva, F., Ribeiro, R., Xavier, A., Santos, J., Souza, M. y Dias, C., 2016):

- *Bacillus subtilis*.
- *Bacillus laterosporus*.

- *Bacillus megaterium.*
- *Bacillus pumilus.*

2.3.3. *Trichoderma* spp.

Trichoderma spp. es un hongo muy común de la tierra, este tipo de microorganismo tiene la capacidad de alterar los elementos orgánicos lo que permite la retención de gases en el suelo. Los materiales menos compactos son descompuestos antes que los más resistentes, por ejemplo, ligninas y proteínas (Cano, M., 2001). Algunos de los residuos son compuestos orgánicos, como los ácidos húmicos y fúlvicos, procedentes de la degradación de la materia orgánica. Además, son fundamentales en el proceso de descomposición de anillos de carbono de compuestos aromáticos, presentes en ciertos contaminantes (Cardona, R., 2008). *Trichoderma* spp. se puede encontrar fácilmente en el suelo, siendo el estiércol y troncos caídos donde se presenta en mayor cantidad. Es muy utilizado en el control biológico como biopesticida, biofertilizante y bioestimulante. Hay una gran variedad de *Trichoderma* con la viabilidad de colonizar raíces de las plantas, asimilando los nutrientes y permitiendo que las plantas los utilicen con fuente nutricional. En el control biológico se emplean en la parasitosis de hongos patógenos, regulando su presencia y mejorando las condiciones de vida de las plantas. Entre los más importantes tenemos (Martínez, B., Infante, D. y Reyes, D., 2013):

- *Trichoderma viride.*
- *Trichoderma harzianum.*
- *Trichoderma koningii.*
- *Trichoderma polysporum.*

3. CAPÍTULO III: DISEÑO DE PLAN EXPERIMENTAL

Para la validación y cuantificación del estudio, se realizó el siguiente diseño experimental (Tabla 4), donde se establecieron nueve tratamientos con tres repeticiones y un blanco control, como se detalla a continuación:

Tabla 4. Diseño experimental.

| | Blanco | Hongos | | | Bacterias | | | Hongos más Bacterias | | |
|---------------------|--------|--------|----|----|-----------|----|----|----------------------|----|----|
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| Repetición 1 | A1 | B1 | C1 | D1 | E1 | F1 | G1 | H1 | I1 | J1 |
| Repetición 2 | | B2 | C2 | D2 | E2 | F2 | G2 | H2 | I2 | J2 |
| Repetición 3 | | B3 | C3 | D3 | E3 | F3 | G3 | H3 | I3 | J3 |

Durante el trabajo se evaluaron diez variables, tanto en el primer mes (fase inicial) como en el segundo mes (fase final) de experimentación. Los parámetros analizados fueron:

- Temperatura
- Humedad
- Conductividad eléctrica
- pH
- Nitrógeno
- Carbono orgánico total
- Relación C/N
- Fósforo
- Potasio
- Materia orgánica

Para el análisis de los resultados de las variables temperatura y conductividad eléctrica se utilizó el “Análisis de Varianza de un Factor” (ANOVA), mientras que para el resto de variables se utilizó la prueba estadística *H de Kruskal-Wallis*. El software utilizado para el análisis estadístico fue Spss (*Statistical Package for the Social Sciences*). Estos dos análisis estadísticos permitieron plantear la hipótesis de investigación y lo que se esperaba obtener en los resultados finales.

Hipótesis de investigación: *La elaboración de compost con el uso de bacterias ácido-lácticas y Trichoderma spp., a partir de desechos orgánicos animales procedentes del Camal Municipal presentarán características físico-químicas óptimas garantizando la calidad del producto final obtenido.*

4. CAPÍTULO IV: PROCEDIMIENTOS

4.1. Elaboración de los lechos y dosificación de los microorganismos en la descomposición del material orgánico.

Para la elaboración del compost se inició con la recolección del material orgánico animal proveniente del Camal Municipal de la Ciudad de Ibarra. El material fue almacenado por un período de ocho semanas, en el cual se produce el secado y triturado con la finalidad de acelerar el proceso de degradación. Finalizado este proceso, se tomaron tres muestras aleatorias, que sirvieron para realizar una caracterización inicial con la finalidad de tener un análisis previo de los tipos de microorganismos endémicos existentes y evaluar las concentraciones de acelerantes a utilizar.



Figura 2. Secado y triturado del material animal.

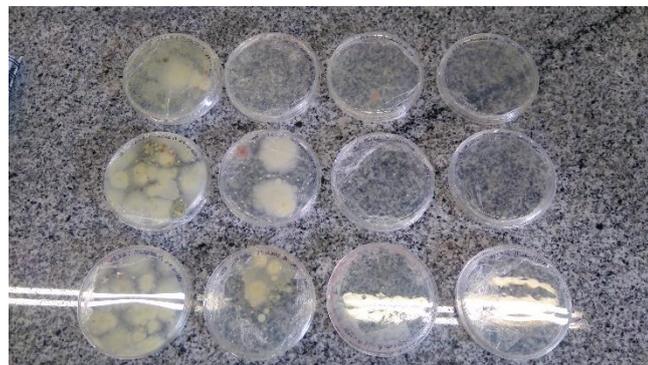


Figura 3. Caracterización inicial del material

Para iniciar con el proceso de degradación del material animal y vegetal con los microorganismos acelerantes, se construyeron 28 lechos de madera de 1,2 m³ de capacidad (2 m de largo por 2 m de ancho y 0,50 cm de espesor c/u). En la base de cada lecho se colocó plástico reciclado con protección UV, como impermeabilizante para evitar la infiltración de lixiviados, controlando así la pérdida de nutrientes que se encuentran disueltos en los mismos. Plástico y sarán se colocaron en la superficie con el fin de precautelar el nivel de sombra, la fluctuación de temperatura y la disminución de la humedad (Arias, I., Pérez, M., Laines, J y Castañón, G. , 2009).



Figura 4. Construcción de las camas.



Figura 5. Colocación del plástico en la base de cada cama.

Cada cama de compostaje se construyó con 350 lb de material animal, 60 lb de bagazo de caña triturado y 400 lb de cascarilla de arroz; distribuidas de la siguiente manera: una primera capa de cascarilla de arroz de 5 cm de alto (200 lb), una segunda capa de bagazo de caña de 5 cm de alto (30 lb), una tercera capa de material animal triturado y homogenizado de 10 cm de alto (350 lb), una cuarta capa de bagazo de caña de 5 cm de alto (30 lb) y una última capa de cascarilla de arroz de 5 cm de alto (200 lb).



Figura 6. Bagazo de caña.



Figura 7. Cascarilla de arroz.



Figura 8. Material animal.



Figura 9. Armado de las camas.

Para el coctel microbiano necesario para la inoculación de los microorganismos acelerantes se utilizó: agua, diferentes cantidades (mL) de microorganismos con una concentración de bacterias y hongos de 10^{11} UFC/l y melaza (mL), como se detalla a continuación:

Tabla 5. Concentraciones del blanco control.

| Blanco | |
|---------------------|----------------------------------|
| | T1 |
| Repetición 1 | 10 L de agua y 300 mL de melaza. |

Tabla 6. Concentraciones de los hongos *Trichoderma* spp. en los distintos tipos de tratamientos utilizados.

| <i>Trichoderma</i> spp. | | | |
|--------------------------------|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 |
| Repetición 1, 2 y 3 | 10 L de agua, 25 mL de hongos y 300 mL de melaza. | 10 L de agua, 50 mL de hongos y 300 mL de melaza. | 10 L de agua, 75 mL de hongos y 300 mL de melaza. |

Tabla 7. Concentraciones de bacterias ácido-lácticas en los distintos tipos de tratamientos utilizados.

| Bacterias ácido-lácticas | | | |
|---------------------------------|--|--|--|
| | T4 | T5 | T6 |
| Repetición 1, 2 y 3 | 10 L de agua, 25 mL de bacterias y 300 mL de melaza. | 10 L de agua, 50 mL de bacterias y 300 mL de melaza. | 10 L de agua, 75 mL de bacterias y 300 mL de melaza. |

Tabla 8. Concentraciones de bacterias ácido-lácticas más hongos *Trichoderma* spp. en los distintos tipos de tratamientos utilizados.

| Bacterias ácido-lácticas más <i>Trichoderma</i> spp. | | | |
|---|--|---|--|
| | T7 | T8 | T9 |
| Repetición 1, 2 y 3 | 10 L de agua, 8 mL de hongos, 17 mL de bacterias y 300 mL de melaza. | 10 L de agua, 12,5 mL de hongos, 12,5 mL de bacterias y 300 mL de melaza. | 10 L de agua, 17 mL de hongos, 8 mL de bacterias y 300 mL de melaza. |

Con la ayuda de una varilla se realizaron agujeros en cada cama, para permitir que la solución que contiene los microorganismos acelerantes (bacterias ácido-lácticas y *Trichoderma* spp.) penetre el material orgánico por tanto se garantice la acción de los mismos en la descomposición de los residuos en menor tiempo.



Figura 10. Preparación del coctel microbiano.



Figura 11. Agujeros en cada cama.



Figura 12. Riego del coctel microbiano.

4.2. Cuantificación de parámetros físico-químicos en el proceso de degradación de los residuos orgánicos animales y vegetales.

Para permitir la adaptación de los microorganismos al medio orgánico se consideró un proceso estacionario durante el primer mes, con la finalidad de que el compost se homogenice y los acelerantes orgánicos (bacterias ácido-lácticas y *Trichoderma spp.*) empiecen a realizar los procesos de fermentación y de transformación de la materia orgánica (Daza, M., Oviedo, E., Marmolejo, L., y Torres, P., 2014). Durante dicha fase se realizó la medición de temperatura tres veces por semana, lo que permitió su control y observación de su variación durante este período. Transcurrido el primer mes se empezó con el volteo de cada lecho (dos veces por semana), garantizando un adecuado suministro de oxígeno que contribuya al proceso aerobio mejorando de esta forma el proceso de descomposición (Vavia, C., Zemanate, Morales, S., Prado, F. y Albán, N., 2013).



Figura 13. Colocación de tela sombra y plástico para el proceso estacionario de un mes.



Figura 14. Toma de la temperatura.



Figura 15. Primer volteo.

Se tomó una primera muestra de cada lecho en el primer y último volteo, para una caracterización microbiana con el propósito de verificar que los microorganismos acelerantes permanecieran durante todo el proceso, además de evaluar los parámetros físico-químicos de acuerdo a la normativa y metodología que consta en la Tabla 9.

Tabla 9. Parámetros físico-químicos evaluados, con su respectiva normativa y metodología, laboratorio AGROBIOLAB Cía. Ltda.

| Parámetro | Normativa | Metodología |
|-------------------------------------|------------------|--|
| Temperatura | MOSA 25-3 | Termómetro (calibrado). |
| Humedad | AOAC 3.003 | Diferencia de pesos. |
| Conductividad eléctrica | MOSA 62-2 | Extracción de saturación Conductímetro YSI-34. |
| pH | MOSA 60-3 | pHmetro (calibrado). |
| Nitrógeno | AOAC 2.047 | Kjeldhal y titulación. |
| Carbono orgánico total (COT) | MOSA 92-3 | Proceso de oxi-reducción (dicromato de potasio), método oficial Walkley-Black. |
| Fósforo | AOAC 3.061 | Método de Olsen modificado (bicarbonato de sodio + EDTA) y colorimetría. |
| Potasio | AOAC 3.015 | Absorción atómica. |
| Materia orgánica | - | Proceso de oxi-reducción (dicromato de potasio), método oficial Walkley-Black, multiplicado por 1,78 |



Figura 16. Muestreo del material, para la caracterización físico-química y microbiana.

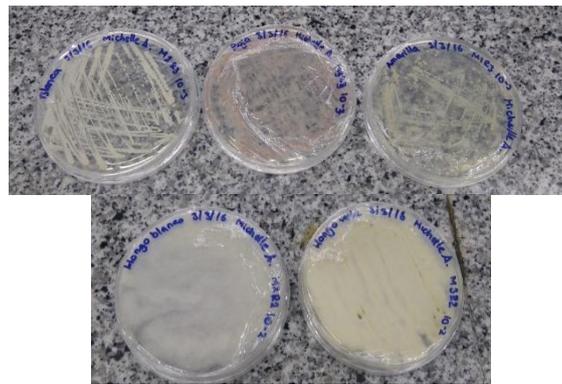


Figura 17. Caracterización final microbiana.



Figura 18. Visita técnica del docente guía.



Figura 19. Producto final obtenido.

5. CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Análisis de los parámetros físico-químicos evaluados

5.1.1. Parámetros físicos en la fase inicial

5.1.1.1. Temperatura

En la Figura 20, se aprecia el comportamiento de la temperatura ambiente y la de los distintos tratamientos durante la fase inicial, donde el T4 presenta un mayor incremento de la misma en el día 4 con un aproximado de 39 °C y una disminución en el día 12 de alrededor de 26 °C, mientras que el blanco presenta las más bajas temperaturas que oscilan entre los 24 y 30 °C. Sin embargo, se puede apreciar que existe tendencia marcada en todos los tratamientos en la presente investigación.

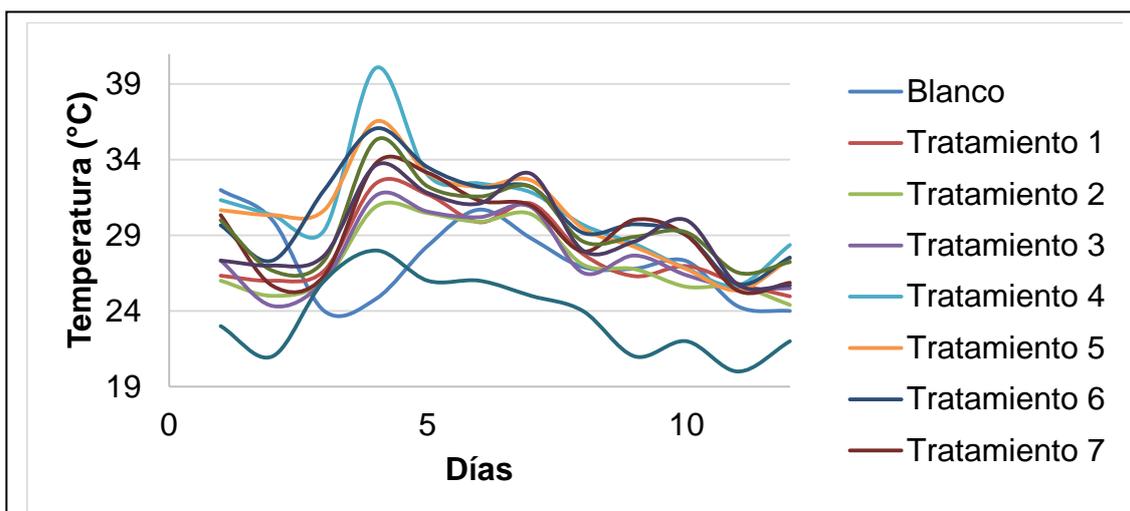
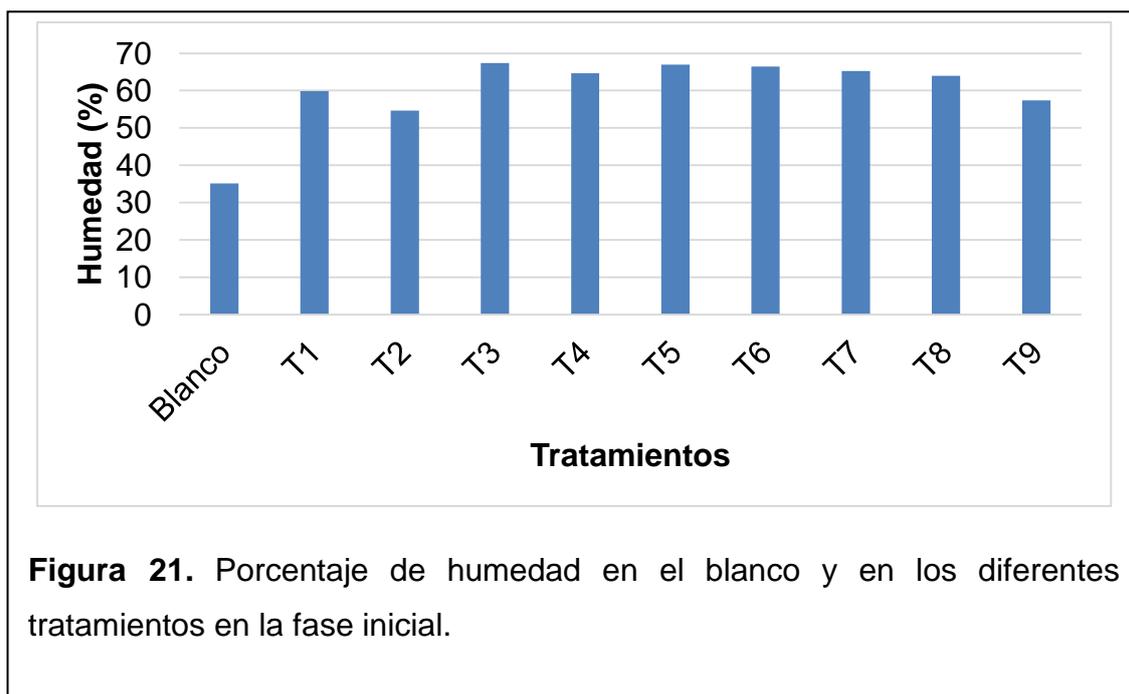


Figura 20. Comportamiento de la temperatura ambiente y temperatura del blanco y los distintos tratamientos en la fase inicial.

5.1.1.2. Humedad

En la Figura 21, se estima el porcentaje de humedad en el blanco y en los distintos tratamientos, donde se presentan porcentajes entre 57 y 66 %. Sin embargo el T3 presenta el valor más alto con un porcentaje igual a 67,40 %, mientras que el blanco registra el valor más bajo con un porcentaje del 35,13 %.



5.1.1.3. Conductividad eléctrica

En la Figura 22, se observa los valores de la conductividad eléctrica (mmhos) en el blanco y en los distintos tratamientos, donde el T1 con 10,68 mmhos exhibió el valor más alto, mientras que el T4 con 8,14 mmhos presentó el registro más bajo; el resto de los tratamientos presentan valores que fluctúan entre los 8,3 y 10,4 mmhos.

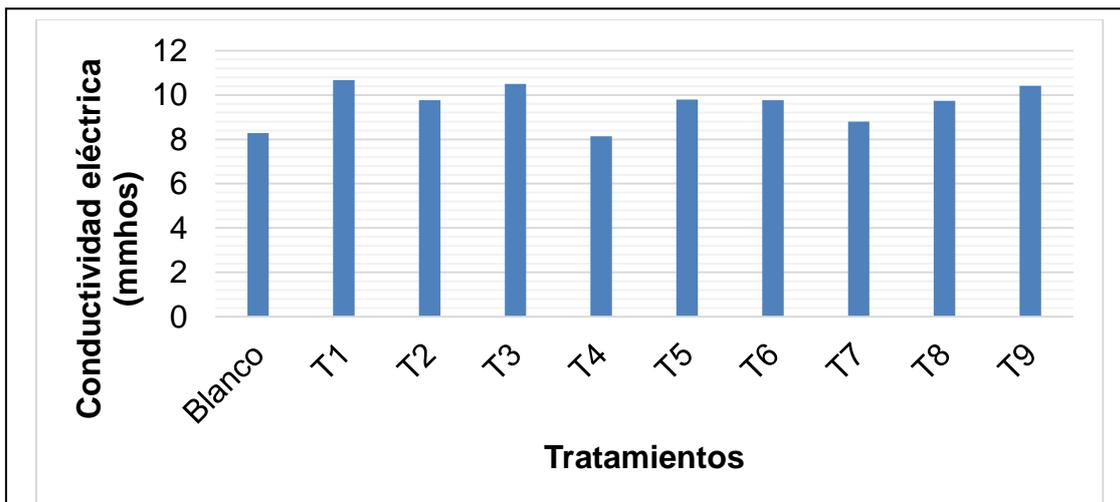


Figura 22. Conductividad eléctrica (mmhos) en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase inicial.

5.1.1.4. pH

En la Figura 23, se presenta los valores del pH en el blanco y en los diferentes tratamientos, donde se muestran valores entre 7,8 y 8; sin embargo el T5 con un pH de 8,3 exhibe el valor más alto, mientras que el blanco y el T4 con un pH de 7,7 presentan el valor más bajo.

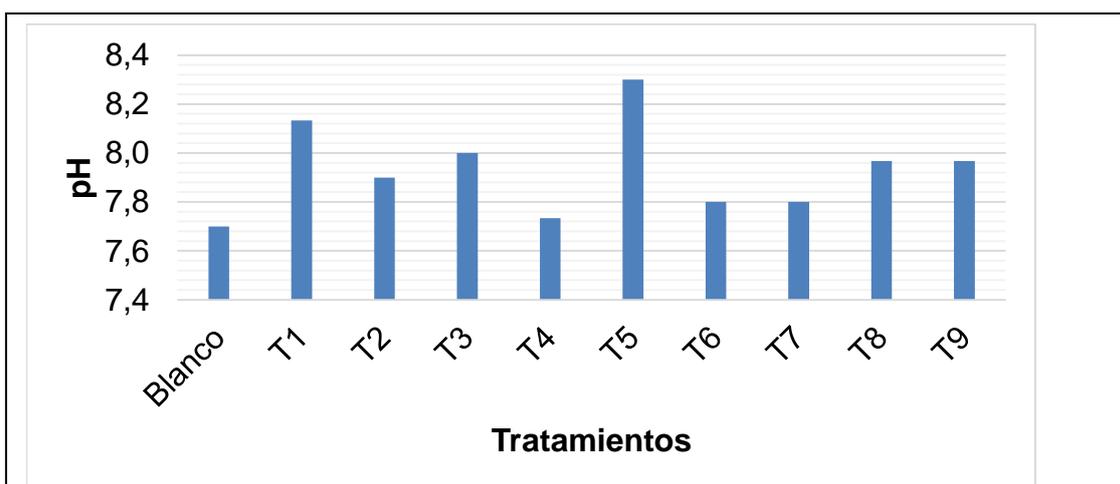
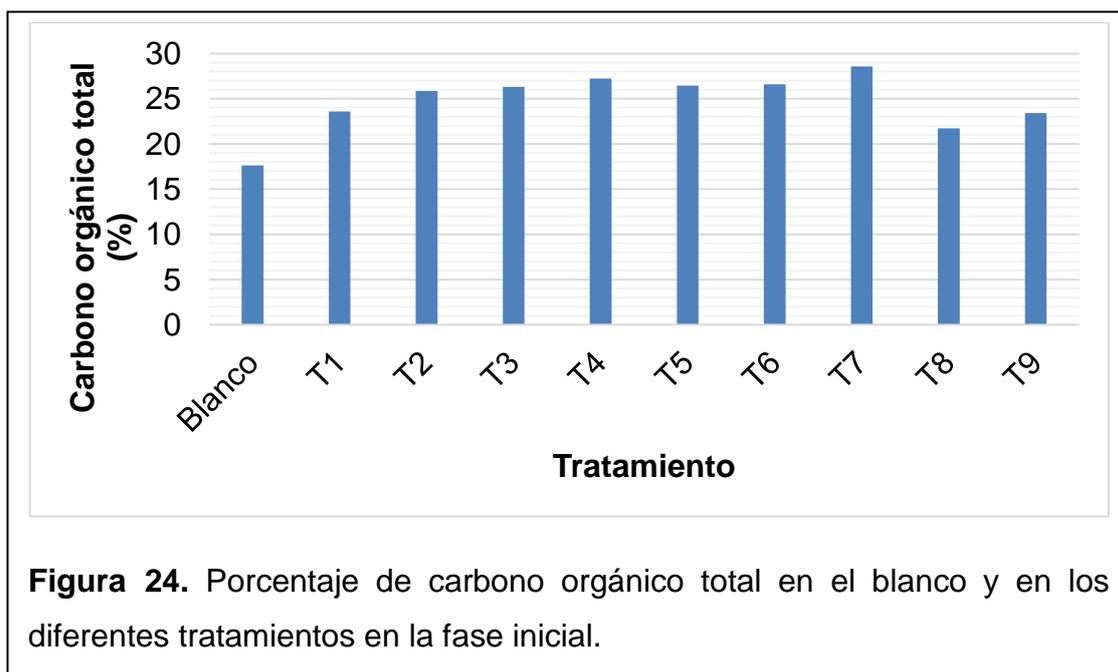


Figura 23. pH en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase inicial.

5.1.2. Parámetros químicos en la fase inicial

5.1.2.1. Carbono orgánico total

En la Figura 24, se aprecia el porcentaje de carbono orgánico total en el blanco y en los distintos tratamientos, donde el T7 con un 28,56 % presenta el mayor registro y el blanco con un 17,61 % refiere al menor valor: El resto de los tratamientos presentan porcentajes entre 21 y 27 %.



5.1.2.2. Nitrógeno

En la Figura 25, se estima el porcentaje de nitrógeno en el blanco y en los distintos tratamientos, exhibiendo valores entre 1,7 y 2,8 %. El blanco posee el mayor porcentaje (2,92 %), mientras que en el T4 se obtuvo el menor porcentaje (1,54 %).

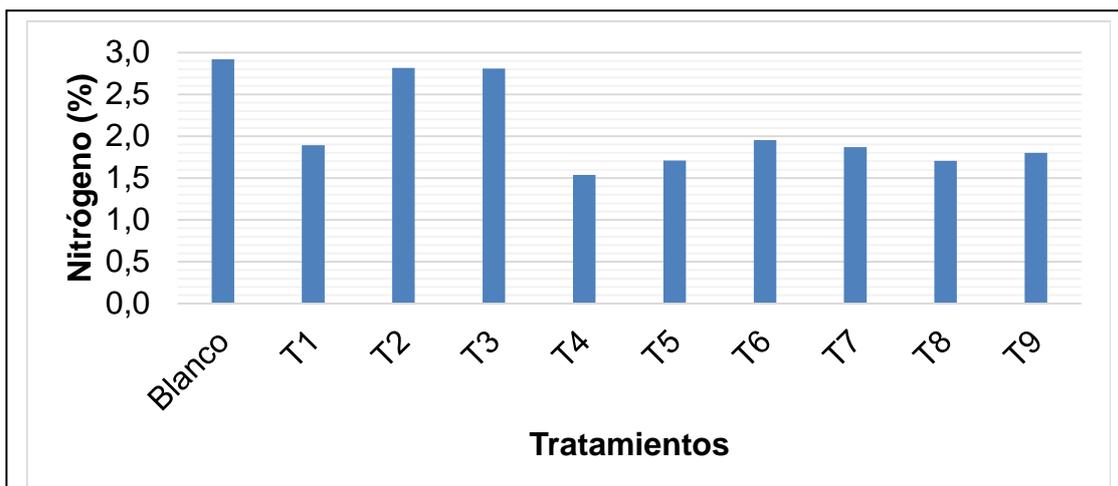


Figura 25. Porcentaje de nitrógeno en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase inicial.

5.1.2.3. Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)

En la Figura 26, se observa los valores de la relación C/N en el blanco y en los tratamientos, valores comprendidos entre 9,1 y 12,5. El T4 con un valor de 17,82 presenta la relación C/N más alta, mientras que el blanco con un valor de 6,03 muestra la menor relación C/N.

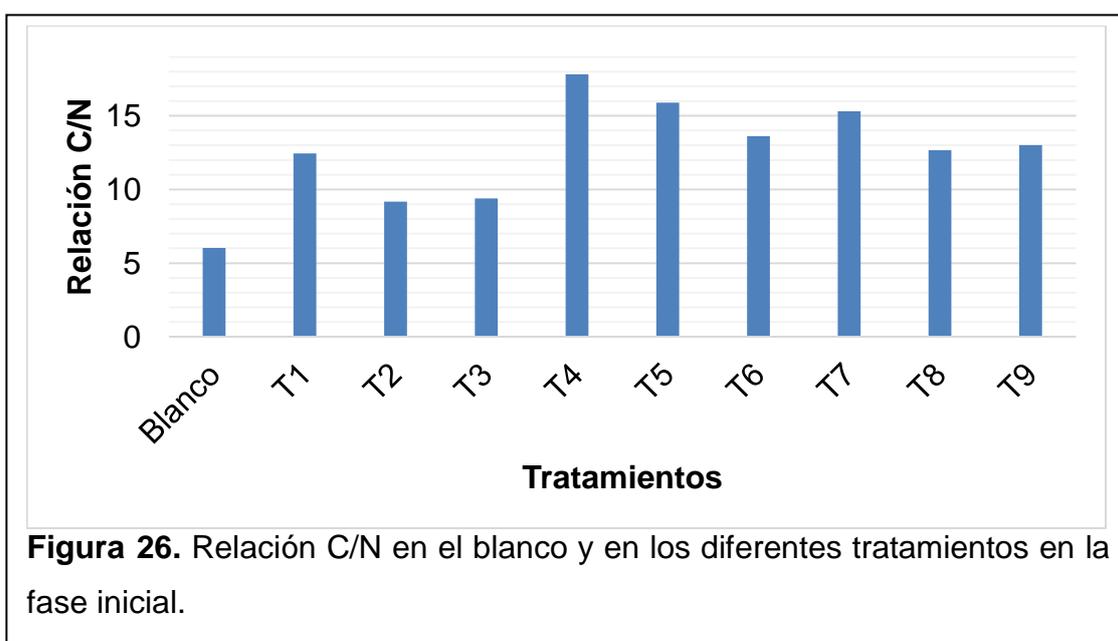
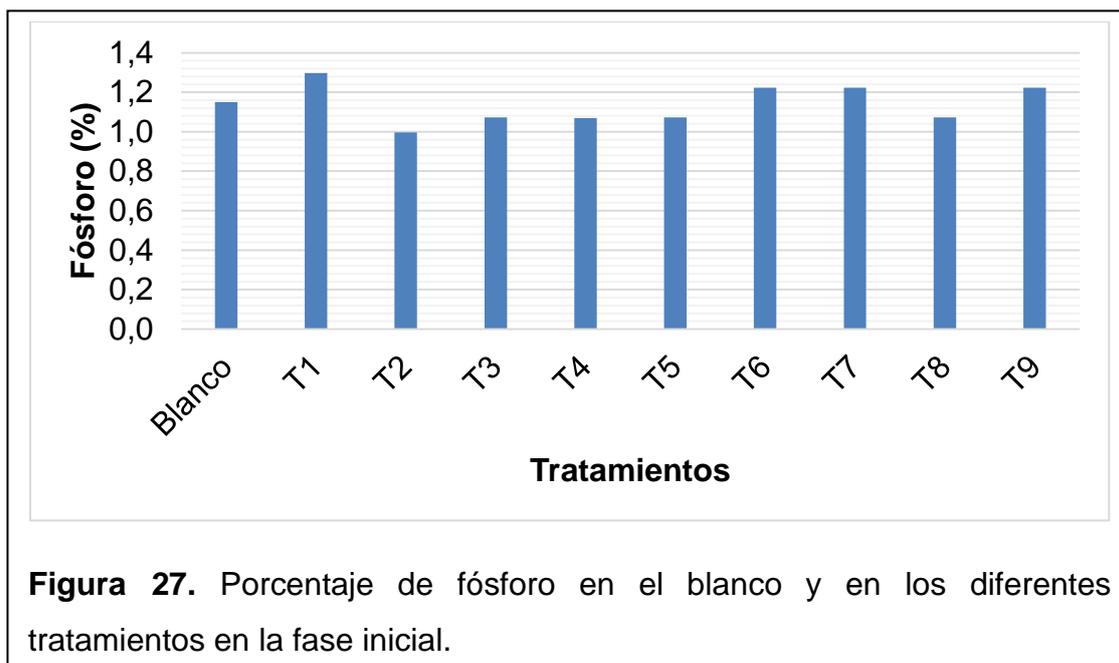


Figura 26. Relación C/N en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase inicial.

5.1.2.4. Fósforo (P_2O_5)

En cuanto a los resultados referentes al fósforo (Figura 27), el T1 con un porcentaje de 1,3 % presenta el mayor registro. Por el contrario, el T2 con un 1 % dio lugar al valor más bajo. No obstante el resto de tratamientos presentan porcentajes entre 1,1 y 1,2 %.



5.1.2.5. Potasio (K_2O)

En la Figura 28, se estima el porcentaje de potasio en el blanco y en los tratamientos, exhibiendo valores que fluctúan entre los 0,35 y 0,55 %. El T4 con un 0,60 % dio lugar al valor más alto y el blanco con un 0,15 %, en cambio al valor más bajo.

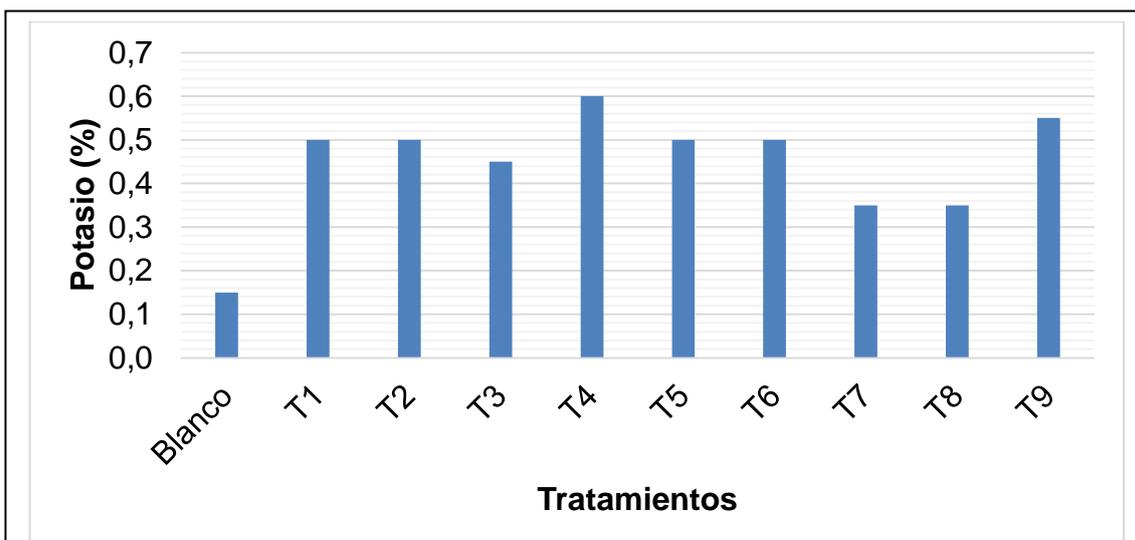


Figura28. Porcentaje de potasio en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase inicial.

5.1.2.6. Materia Orgánica (M.O.)

En la Figura 29, se aprecia el porcentaje de materia orgánica en el blanco y en los diferentes tratamientos, donde el T7 generó el valor más alto (49,24 %), mientras que el blanco presentó el valor más bajo (30,37 %). Los restantes tratamientos muestran porcentajes comprendidos entre los 37 y 46 %.

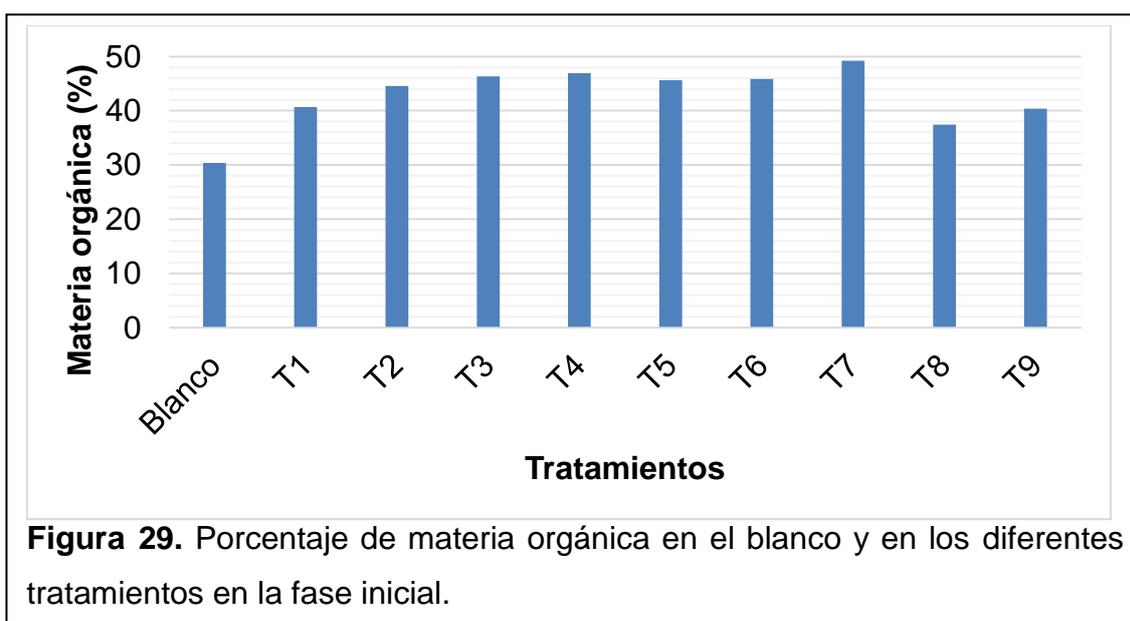
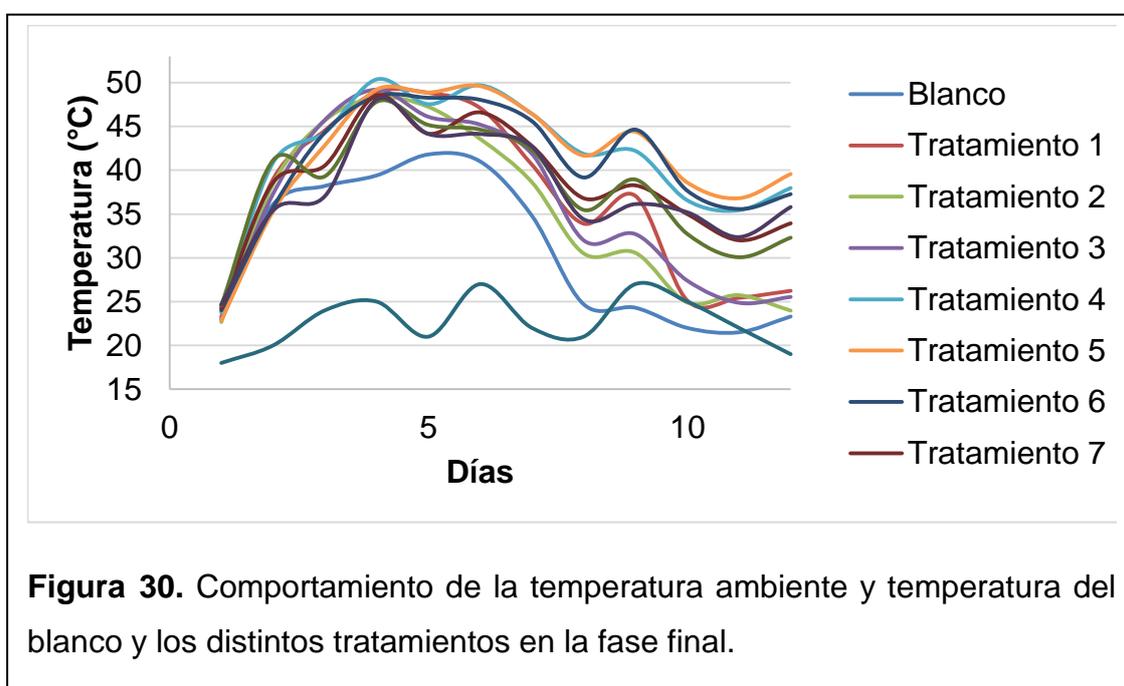


Figura 29. Porcentaje de materia orgánica en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase inicial.

5.1.3. Parámetros físicos en la fase final

5.1.3.1. Temperatura

En la Figura 30, se evalúa el comportamiento de la temperatura ambiente y la de los tratamientos durante la fase final, donde el T4 presenta un incremento del día 1 al 6 con un aproximado de 50 °C y una disminución registrada desde el día 7 al 12 con alrededor de 35 °C, mientras que el blanco presenta las más bajas temperaturas que oscilan entre los 21 y 39 °C. Sin embargo, se puede apreciar que existe una tendencia marcada en todos los tratamientos.



5.1.3.2. Humedad

En lo que refiere al porcentaje de humedad en la fase final (Figura 31), los tratamientos exhiben valores entre los 37 y 58 %. Sin embargo, el T7 con un porcentaje de 61,39 % presenta el mayor registro, mientras que el blanco con un 26,7 % por el contrario muestra el menor valor.

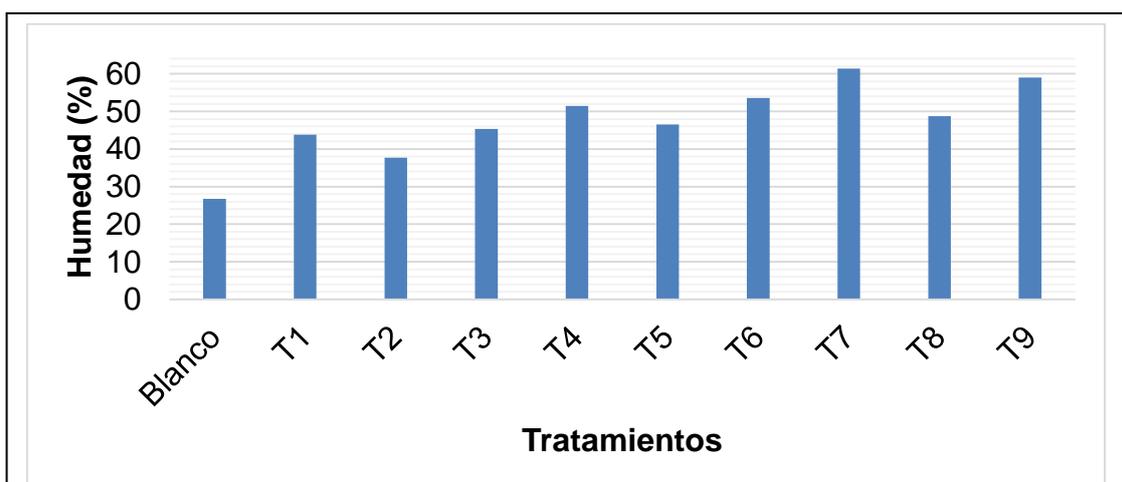


Figura 31. Porcentaje de humedad en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase final.

5.1.3.3. Conductividad eléctrica

En la Figura 32, se estima los valores de la conductividad eléctrica (mmhos) en el blanco y en los tratamientos, donde se aprecia que el T3 presenta el valor más alto (9,16 mmhos), mientras que el T4 muestra el valor más bajo (7,96 mmhos). Los tratamientos restantes presentan valores que fluctúan entre los 8,4 y 9 mmhos.

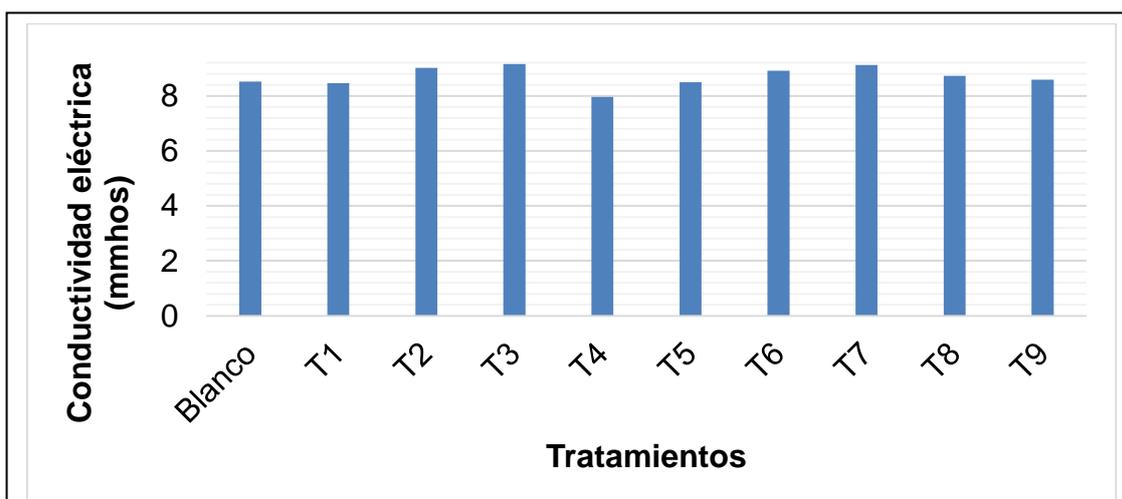


Figura 32. Conductividad eléctrica (mmhos) en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase final.

5.1.3.4. pH

En la Figura 33, se muestra los valores del pH en el blanco y en los diferentes tratamientos, donde los valores se encuentran en el intervalo de 7,8 y 8,3. No obstante el T5 con un valor de 8,9 exhibe el pH más alto, mientras que el blanco con un valor de 7,5 presenta el pH más bajo.

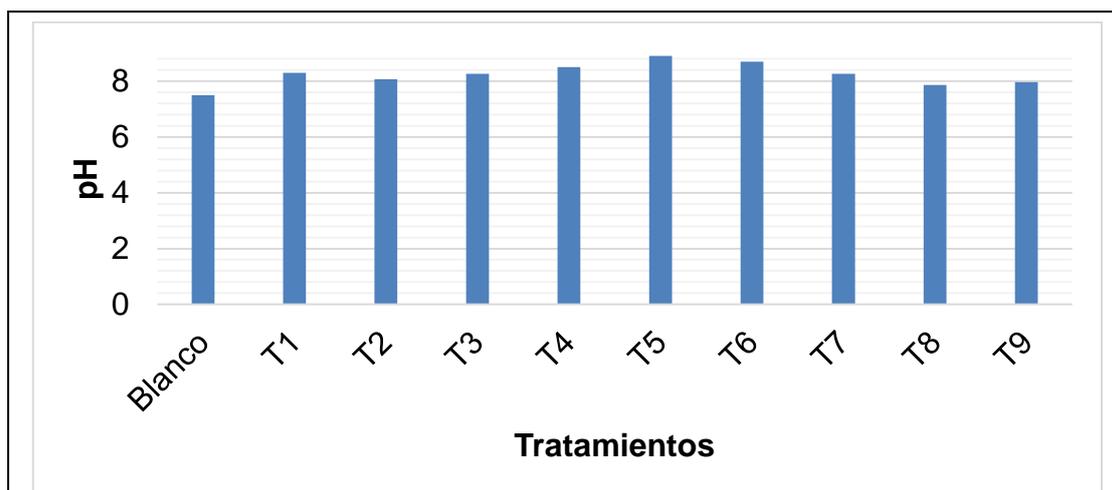
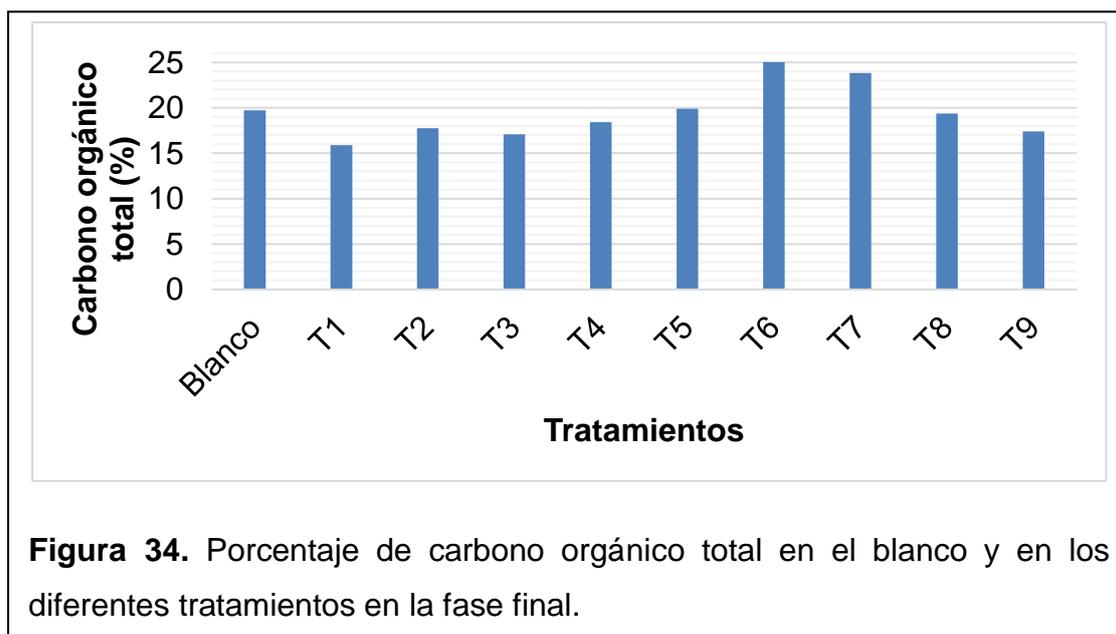


Figura 33. pH en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase final.

5.1.4. Parámetros químicos en la fase final

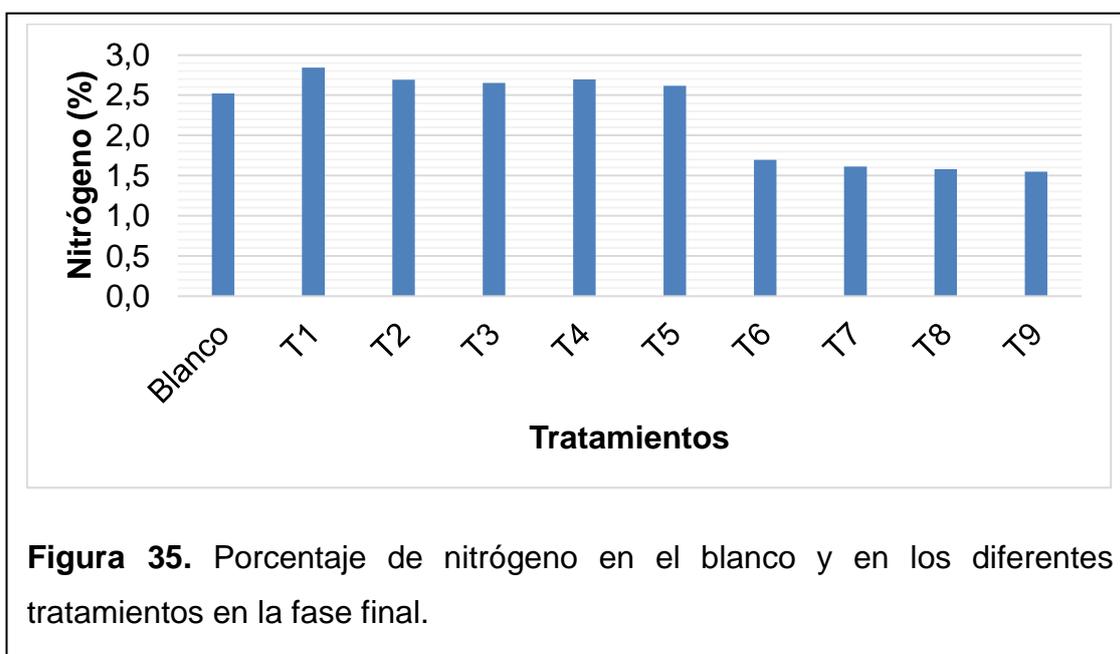
5.1.4.1. Carbono orgánico total

Basados en los resultados del porcentaje de COT (Figura 34), el T6 con un 25,03 % presenta el valor más alto, mientras que el T3 con un 17,09 % el registro más bajo. El resto de los tratamientos presentan porcentajes entre los 17,4 y 25 %.



5.1.4.2. Nitrógeno

En la Figura 35, se observa el porcentaje de nitrógeno en el blanco y en los distintos tratamientos. Los porcentajes oscilan entre los 1,6 y 2,7 %. El T1 con un valor de 2,84 % presenta el mayor contenido, mientras que los ensayos T7, T8 y T9 muestran los menores contenidos con un porcentaje del 1,87 %.



5.1.4.3. Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)

En la relación C/N en el blanco y en los distintos tratamientos (Figura 36), el T7 con un valor de 14,8 presenta la más alta relación. Por el contrario, el T1 con un valor de 4,58 registro la más baja relación. El resto de los tratamientos presentan valores entre los 4,5 y 14,7.

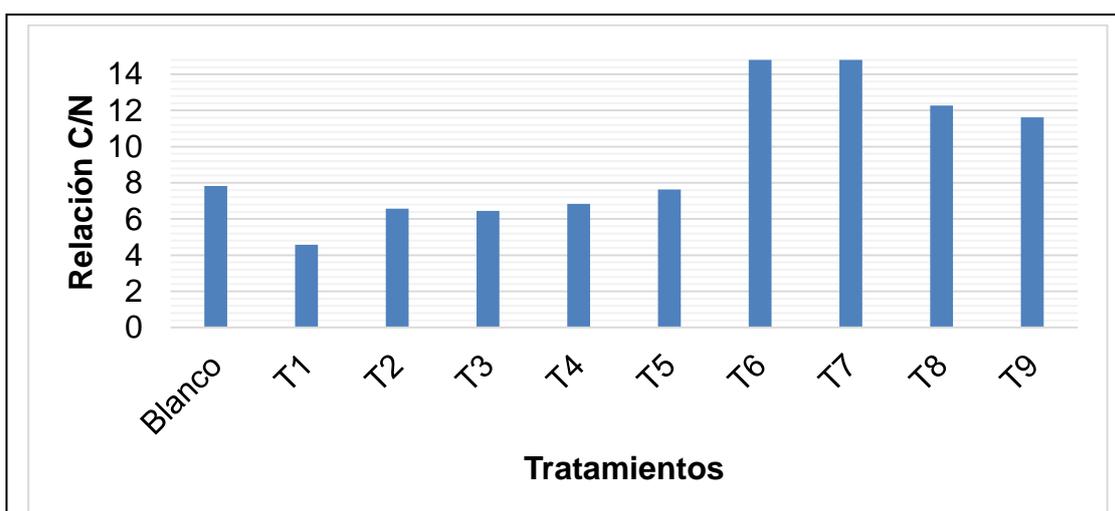


Figura 36. Relación C/N en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase final.

5.1.4.4. Fósforo (P_2O_5)

En la Figura 37, se muestra el porcentaje de fósforo en el blanco y en los tratamientos, donde los valores fluctúan entre 1 y 1,1 %. Sin embargo, el T3 y T6 con un 1,22 % presentan el valor más alto, mientras que el blanco y el T4 con un 0,92 % generaron el valor más bajo.

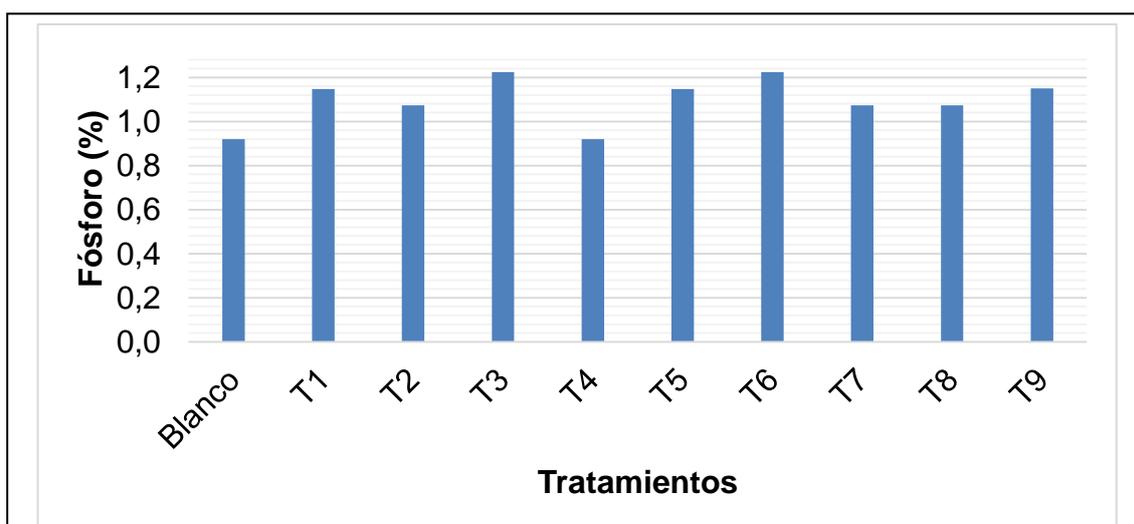


Figura 37. Porcentaje de fósforo en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase final.

5.1.4.5. Potasio (K_2O)

Mostrando los porcentajes de potasio en el blanco y en los distintos tratamientos (Figura 38), se aprecia que el T6 con un 1,25 % presenta el registro más alto. Por el contrario, el blanco con un 0,60 % muestra el valor más bajo. El resto de los tratamientos presentan porcentajes entre los 0,7 y 0,95 %.

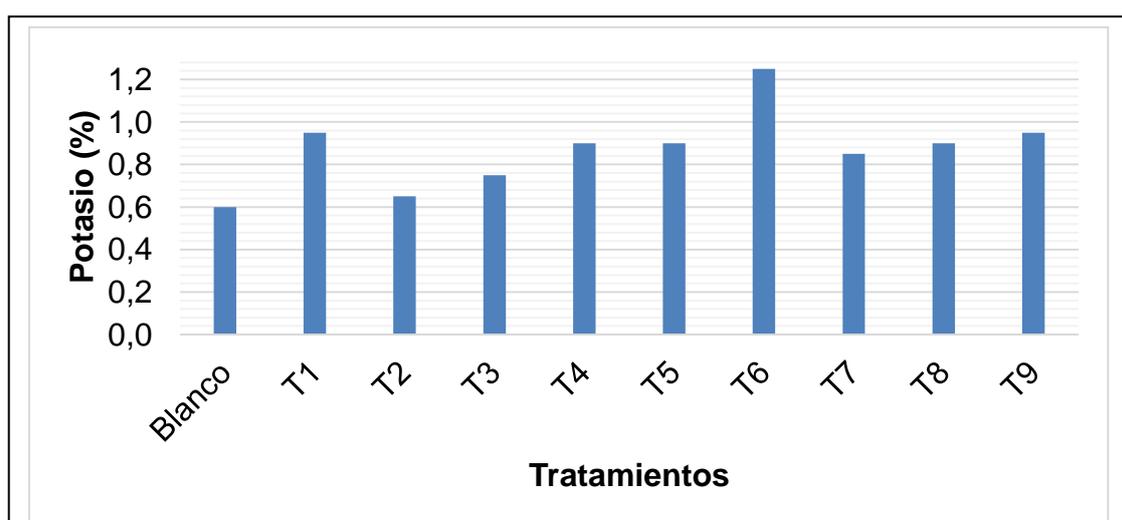


Figura 38. Porcentaje de potasio en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase final.

5.1.4.6. Materia Orgánica (M.O.)

En la Figura 39, se aprecia el porcentaje de materia orgánica en el blanco y en los tratamientos; donde los valores oscilan entre 27 y 41 %; no obstante el T6 y el T3 presentan los valores más altos (43,16 %) y más bajos (29,48 %), respectivamente.

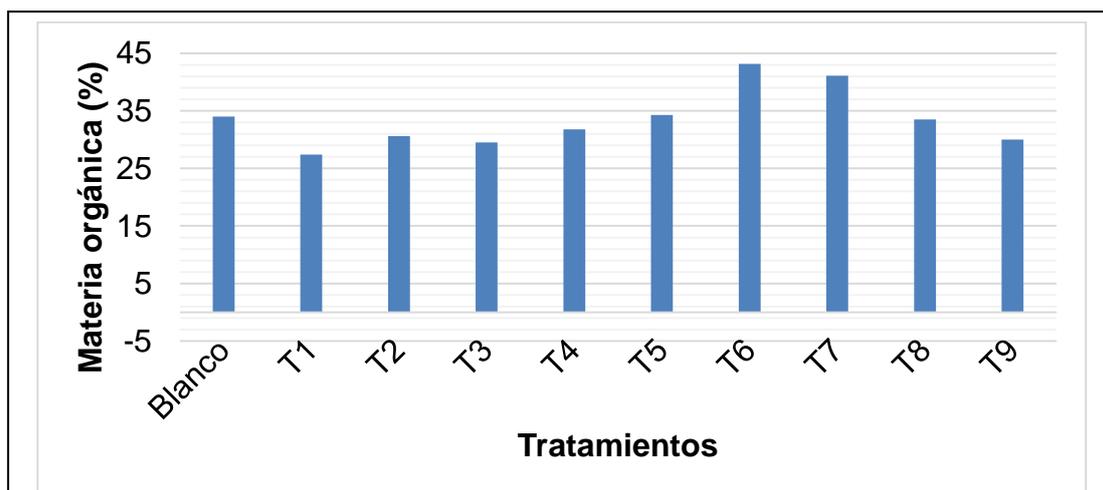


Figura 39. Porcentaje de materia orgánica en el blanco y en los diferentes tratamientos en la fase final.

Según la investigación de Sztern y Pravia (2013) donde se utilizó desechos orgánicos animales para la obtención de compost; dichos autores establecieron que los valores obtenidos de la relación C/N van en el rango entre 10/1-15/1. En base a dicho parámetro del estudio citado anteriormente y de acuerdo a los resultados obtenidos en la fase final del presente ensayo se determinó que el T7 donde se empleó hongos más bacterias como agentes acelerantes sería el más relevante. En dicho tratamiento se obtuvo valores de temperatura de 38,45 °C (Figura 12), relación carbono/nitrógeno (C/N) de 14,8 (Figura 18), materia orgánica del 41,1 % (Figura 21) y el resto de parámetros fluctuaron con valores dentro de los rangos óptimos. En el T8 y T9 donde se ocupó los mismos microorganismos acelerantes, pero en distintas concentraciones, se obtuvieron valores próximos al rango que establecieron los autores antes mencionados.

5.2. Análisis estadístico de datos

5.2.1. Análisis físico-químico en la fase inicial

5.2.1.1. Temperatura

De acuerdo a la prueba estadística ANOVA (Tabla 10) se puede observar que existe diferencia significativa ($Valor P < 0,05$) en cuanto a la temperatura en los distintos tratamientos en la fase inicial.

Tabla 10. Análisis de varianza de la temperatura en la fase inicial de los distintos tratamientos.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Valor P. |
|---------------------|-------------------|-----|------------------|--------|----------|
| Inter-grupos | 668,492 | 9 | 60,772 | 16,358 | 0,041 |
| Intra-grupos | 401,242 | 110 | 3,715 | | |
| Total | 1069,734 | 119 | | | |

5.2.1.2. Humedad

En la Tabla 11, se observa los resultados de la prueba estadística de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de humedad, donde no existe diferencia significativa ($Valor P > 0,05$) en los distintos tratamientos en la fase inicial.

Tabla 11. Prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de humedad en la fase inicial de los distintos tratamientos.

| | Humedad |
|---------------------|---------|
| Chi-cuadrado | 13,169 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,106 |

5.2.1.3. Conductividad eléctrica

Conforme a los resultados de la prueba estadística ANOVA (Tabla 12) se puede observar que no existe diferencia significativa ($Valor P > 0,05$) en cuanto a la conductividad eléctrica en los distintos tratamientos en la fase inicial.

Tabla 12. Análisis de varianza de la conductividad eléctrica en la fase inicial de los distintos tratamientos.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Valor P. |
|---------------------|-------------------|----|------------------|------|----------|
| Inter-grupos | 18,084 | 9 | 2,009 | 1,11 | 0,405 |
| Intra-grupos | 32,632 | 18 | 1,813 | | |
| Total | 50,715 | 27 | | | |

5.2.1.4. pH

En la Tabla 13, visualizando los valores de la prueba estadística de *Kruskal-Wallis* del pH, se aprecia que no existe diferencia significativa ($Valor P > 0,05$) en los distintos tratamientos en la fase inicial.

Tabla 13. Prueba de *Kruskal-Wallis* para pH en la fase inicial de los distintos tratamientos.

| | pH |
|---------------------|-------|
| Chi-cuadrado | 6,600 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,580 |

5.2.1.5. Carbono orgánico total

Acorde a la prueba estadística de *Kruskal-Wallis* (Tabla 14) se puede observar que existe diferencia significativa ($Valor P < 0,05$), en cuanto al porcentaje de carbono orgánico total en la fase inicial de los distintos tratamientos.

Tabla 14. Prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de carbono orgánico total en la fase inicial de los distintos tratamientos.

| | COT |
|---------------------|------------|
| Chi-cuadrado | 16,135 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,040 |

5.2.1.6. Nitrógeno

En la Tabla 15, se observa los resultados de la prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de nitrógeno, donde se aprecia que existe diferencia significativa (*Valor P < 0,05*) en los distintos tratamientos en la fase inicial.

Tabla 15. Prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de nitrógeno en la fase inicial de los distintos tratamientos.

| | Nitrógeno |
|---------------------|------------------|
| Chi-cuadrado | 19,519 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,012 |

5.2.1.7. Relación carbono/nitrógeno (C/N)

De acuerdo a los resultados de la prueba de *Kruskal-Wallis* (Tabla 16) de la relación C/N, se puede decir que existe diferencia significativa (*Valor P < 0,05*) en los distintos tratamientos en la fase inicial.

Tabla 16. Prueba de *Kruskal-Wallis* para la relación C/N en la fase inicial de los distintos tratamientos.

| | Relación C/N |
|---------------------|---------------------|
| Chi-cuadrado | 21,716 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,005 |

5.2.1.8. Fósforo

Conforme a la prueba estadística de *Kruskal-Wallis* (Tabla 17) se afirma que no existe diferencia significativa (*Valor P* > 0,05) en el porcentaje de fósforo en fase inicial los distintos tratamientos.

Tabla 17. Prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de fósforo en la fase inicial de los distintos tratamientos.

| | Fósforo |
|---------------------|----------------|
| Chi-cuadrado | 9,126 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,332 |

5.2.1.9. Potasio

En la Tabla 18, con los resultados de la prueba estadística de *Kruskal-Wallis*, se puede observar que no existe diferencia significativa (*Valor P* > 0,05) en cuanto al porcentaje de potasio en la fase inicial de los distintos tratamientos.

Tabla 18. Prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de potasio en la fase inicial de los distintos tratamientos.

| | Potasio |
|---------------------|----------------|
| Chi-cuadrado | 6,422 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,600 |

5.2.1.10. Materia orgánica

Considerando la prueba estadística de *Kruskal-Wallis* (Tabla 19) del porcentaje de materia orgánica, se concluye que existe diferencia significativa (*Valor P* < 0,05) en los distintos tratamientos en la fase inicial.

Tabla 19. Prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de materia orgánica en la fase inicial de los distintos tratamientos.

| | Materia Orgánica |
|---------------------|-------------------------|
| Chi-cuadrado | 15,938 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,043 |

5.2.2. Análisis físico-químico en la fase final

5.2.2.1. Temperatura

En la Tabla 20, se observa los resultados del análisis de varianza de la fluctuación de la temperatura, donde existe diferencia significativa (*Valor P.* < 0,05) en los diferentes tratamientos en la fase final.

Tabla 20. Análisis de varianza de la temperatura en la fase final de los distintos tratamientos.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Valor P. |
|---------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|-----------------|
| Inter-grupos | 6217,577 | 9 | 565,234 | 30,27 | 0,018 |
| Intra-grupos | 2016,732 | 110 | 18,673 | | |
| Total | 8234,309 | 119 | | | |

5.2.2.2. Humedad

De acuerdo a la prueba estadística de *Kruskal-Wallis* (Tabla 21) se puede observar que no existe diferencia significativa (*Valor P.* > 0,05) en cuanto al porcentaje de humedad en la fase final de los distintos tratamientos.

Tabla 21. Prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de humedad en la fase final de los distintos tratamientos.

| | Humedad |
|---------------------|----------------|
| Chi-cuadrado | 11,422 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,179 |

5.2.2.3. Conductividad eléctrica

Conforme a la prueba estadística del análisis de varianza (Tabla 22) se puede observar que no existe diferencia significativa (*Valor P.* > 0,05) con respecto a la conductividad eléctrica en la fase final de los distintos tratamientos.

Tabla 22. Análisis de varianza de la conductividad eléctrica en la fase final de los distintos tratamientos.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Valor P. |
|---------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|----------|-----------------|
| Inter-grupos | 3,605 | 9 | 0,401 | 0,228 | 0,986 |
| Intra-grupos | 31,578 | 18 | 1,754 | | |
| Total | 35,183 | 27 | | | |

5.2.2.4. pH

En la Tabla 23, se observa los resultados de la prueba de *Kruskal-Wallis* del pH, donde existe diferencia significativa (*Valor P.* < 0,05) en los diferentes tratamientos en la fase final.

Tabla 23. Prueba de *Kruskal-Wallis* para pH en la fase final de los distintos tratamientos.

| | pH |
|---------------------|-----------|
| Chi-cuadrado | 18,129 |
| GI | 9 |
| Valor P. | 0,020 |

5.2.2.5. Carbono orgánico total

Acorde a la prueba estadística de *Kruskal-Wallis* (Tabla 24) del porcentaje de carbono orgánico total, se verifica que existe diferencia significativa (*Valor P.* < 0,05) en los diferentes tratamientos en la fase final.

Tabla 24. Prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de carbono orgánico total en la fase final de los distintos tratamientos.

| | COT |
|---------------------|------------|
| Chi-cuadrado | 19,992 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,010 |

5.2.2.6. Nitrógeno

Conforme a la prueba estadística de *Kruskal-Wallis* (Tabla 25) se puede observar que existe diferencia significativa (*Valor P* < 0,05) en cuanto al porcentaje de nitrógeno en la fase final de los distintos tratamientos.

Tabla 25. Prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de nitrógeno en la fase final de los distintos tratamientos.

| | Nitrógeno |
|---------------------|------------------|
| Chi-cuadrado | 20,313 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,009 |

5.2.2.7. Relación carbono/nitrógeno (C/N)

Acorde a la prueba estadística de *Kruskal-Wallis* (Tabla 26) se puede observar que existe diferencia significativa (*Valor P.* < 0,05) en cuanto a la relación C/N en la fase final de los distintos tratamientos.

Tabla 26. Prueba de *Kruskal-Wallis* para la relación C/N en la fase final de los distintos tratamientos.

| | Relación C/N |
|---------------------|---------------------|
| Chi-cuadrado | 21,821 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,005 |

5.2.2.8. Fósforo

En la Tabla 27, se observa los resultados de la prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de fósforo, se aprecia que no existe diferencia significativa (*Valor P.* > 0,05) en los diferentes tratamientos en la fase final.

Tabla 27. Prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de fósforo en la fase final de los distintos tratamientos.

| | Fósforo |
|---------------------|----------------|
| Chi-cuadrado | 8,923 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,349 |

5.2.2.9. Potasio

En la Tabla 28, se observa los resultados de la prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de potasio. Se puede observar que no existe diferencia significativa (*Valor P.* > 0,05) en los diferentes tratamientos en la fase final.

Tabla 28. Prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de potasio en la fase final de los distintos tratamientos.

| | Potasio |
|---------------------|----------------|
| Chi-cuadrado | 10,073 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,260 |

5.2.2.10. Materia orgánica

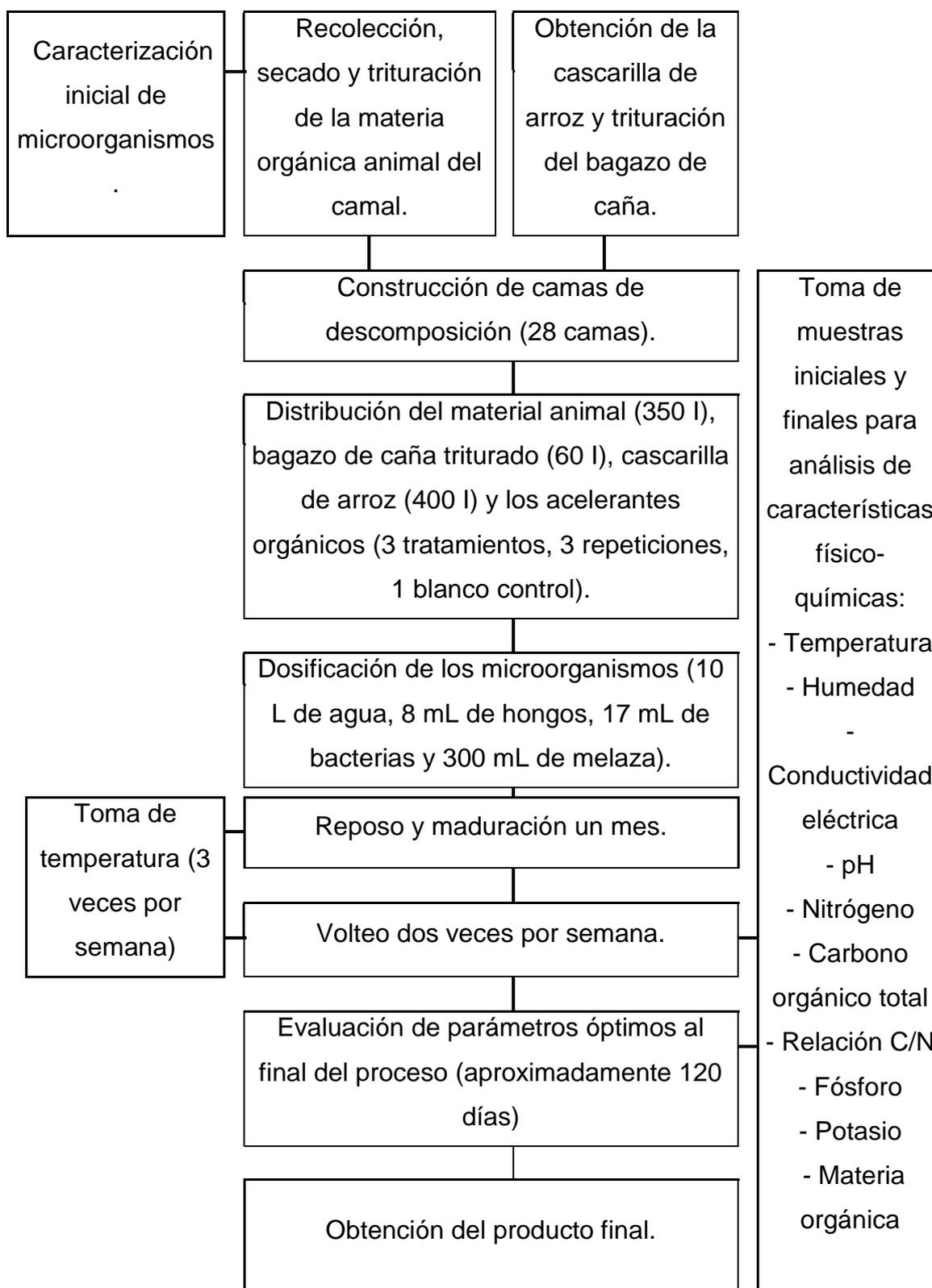
De acuerdo a la prueba estadística de *Kruskal-Wallis* (Tabla 29) se puede observar que existe diferencia significativa (*Valor P.* > 0,05) en cuanto al porcentaje de materia orgánica en la fase final de los distintos tratamientos.

Tabla 29. Prueba de *Kruskal-Wallis* del porcentaje de materia orgánica en la fase final de los distintos tratamientos.

| | |
|---------------------|----------------|
| | Potasio |
| Chi-cuadrado | 19,975 |
| gl | 9 |
| Valor P. | 0,010 |

5.3. Estructuración de un diagrama de flujo del proceso final

Tabla 30. Diagrama de flujo del proceso final.



6. CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

6.1. Discusión

Basándose en la caracterización físico-química de la fase final y de los análisis estadísticos de la temperatura, concentración C/N y porcentaje de materia orgánica, se determinó como dosificación más óptima la del T7, debido a que son los únicos parámetros que reflejan diferencias significativas, que se traducirán en un mayor efecto en la producción de compost a partir de desechos orgánicos.

6.1.1. Temperatura

Posterior a la inoculación de los microorganismos acelerantes, se observó un ligero incremento de las temperaturas en la fase inicial en los distintos tratamientos (Figura 2) induciendo a su proceso de adaptación. Transcurrida la primera semana de la fase inicial, se observó un comportamiento constante de la misma, lo que refleja procesos de descomposición del material orgánico, como se observa en la Figura 11 (fase inicial) y Figura 21 (fase final).

Como se corrobora en la experimentación, las bacterias y los hongos utilizados en los distintos tratamientos producen un incremento de las temperaturas de los lechos, debido a los procesos metabólicos que se desarrollan, generando mayor energía en relación al blanco; donde el T7 tuvo una temperatura promedio inicial aproximadamente de 39 °C, lo que está acorde a lo estudio realizado por Sepúlveda y Alvarado (2013); donde en sus ensayos la temperatura no superó los 40 °C en fase inicial. La degradación de los residuos a esta temperatura garantiza la variación del pH como consecuencia la reducción de azúcares y proteínas.

Además, es evidente la tendencia de los tratamientos con bacterias y hongos a mantener temperaturas por encima de los 24 °C, lo que favorece los procesos de descomposición de la materia orgánica; que según la experimentación de Sztern y Pravia (2013), donde se estableció que en la fase inicial el rango de temperatura entre 22 a 40°C es el ideal para garantizar un abono orgánico de

calidad, además que favorece la eliminación de microorganismos patógenos. Sin embargo, Franco (2007) cita en su estudio, que el control de la temperatura es fundamental en vista que se puede alcanzar los 70 °C o más, lo que provocaría no solo la mortalidad de microorganismos patógenos sino también de benéficos.

Posterior a la fase inicial, es importante los volteos para incrementar la presencia de oxígeno, favoreciendo la actividad aerobia y como consecuencia la disminución del calor producto del proceso de fermentación que provocan los microorganismos (Franco, K., 2007), actividad que se implementó durante esta investigación.

En la presente investigación durante la fase final, en el T7 las temperaturas oscilaron entre 40 y 65 °C. En la investigación realizada por Álvarez de la Puente (2010) se obtuvo que las temperaturas en fase final de compostaje fluctuarán entre 38 y 70 °C, lo que se encuentra acorde a los resultados obtenidos. Sin embargo, en el trabajo anteriormente citado no se inocularon microorganismos acelerantes, pero si se formaron lechos y pilas con materia prima animal.

6.1.2. Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)

En la presente investigación, en los tratamientos T7, T8 y T9 se obtuvo las más bajas concentraciones de nitrógeno. En el ensayo realizado por Sepúlveda y Alvarado (2013), mencionan en su estudio que las bajas concentraciones de nitrógeno, son un indicador de que las bacterias han transformado en su totalidad las proteínas de los residuos orgánicos animales, lo que de acuerdo a lo mencionado a dichos autores se logró en el presente trabajo garantizando la adecuada y correcta descomposición del material animal utilizado.

Durante la fase inicial se determinó que el T7 presenta una concentración promedio de 28,56 % de carbono y 1,87 % de nitrógeno, dando como resultado una relación C/N de 15,31. En la fase final, se pudo evidenciar una concentración promedio de 23,83 % de carbono y 1,6 % de nitrógeno, por ende, la relación C/N fue de 14,8. Por consiguiente, se pudo observar que la

relación no varía significativamente en los dos períodos analizados y son resultados que se ajustan a lo citado por Cariello, Castañeda, Riobo y Gonzalez (2007, p. 34) donde el rango ideal para la relación C/N está comprendido entre 10:1-15:1.

6.1.3. Materia Orgánica

En el estudio realizado por Román, Martínez, y Pantoja, (2013) se obtuvo un porcentaje de materia orgánica descompuesta mayor a 23,7 %. No obstante en el presente trabajo el T7, se alcanzó un valor de 41,1 % de materia orgánica, lo que pudo deberse a la mezcla de altos contenidos de materia orgánica que incluía restos de estiércol, rumen y sangre.

6.1.4. Conductividad eléctrica, fósforo y potasio

De acuerdo a los valores obtenidos en conductividad eléctrica que no tuvieron diferencia significativa en la fase final de la presente experimentación y considerando que el T7 fue el más óptimo, donde se logró un valor de conductividad eléctrica de 9,13 mmhos. Lo descrito anteriormente, se encuentra dentro de los rangos obtenidos por Blanco (2011) en su investigación donde al utilizar residuos animales como materia prima se alcanzó valores entre 7,9 y 9,9 mmhos.

Al final de la experimentación se obtuvo porcentajes de fósforo entre 0,9 y 1,2 % y de potasio de 0,6 y 1,25 %, valores que serían afines con la investigación realizada por Bastan y Solarsom (2013), puesto que al realizar varios ensayos determinaron que los rangos al final de la experimentación deben oscilar entre 0,7 y 2 % para fósforo y 1,1 y 3 % para potasio.

6.2. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el proceso de experimentación se puede concluir que:

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis estadístico de la temperatura, carbono, nitrógeno, relación carbono-nitrógeno (C/N) y materia orgánica, la dosis óptima de microorganismos utilizados como acelerantes durante la experimentación fue la correspondiente al T7 con una concentración de 8 mL de hongos (10^{11} UFC/L), 17 mL de bacterias (10^{11} UFC/L), diluidos en 10 litros de agua y 300 mL de melaza.

Los valores obtenidos del T7, presentaron una temperatura promedio en fase final de 38,45 °C, una relación carbono/nitrógeno de 14,8, materia orgánica del 41,1 % y el resto de parámetros se encontraron dentro de los rangos óptimos, debido al proceso de simbiosis generado entre ambos microorganismos.

La aireación en la fase final, permitió acelerar el proceso de descomposición de la materia orgánica en el T7, debido que, durante la fase inicial se observó un porcentaje de alrededor del 49,24 % en dicho parámetro; mientras que en la fase final, el porcentaje se redujo al 41,1 % aproximadamente, garantizando así la disgregación del material animal y la calidad del producto final obtenido.

El proceso de elaboración de compost permitió establecer una técnica adecuada de la optimización de los desechos orgánicos animales, estableciendo un diagrama de flujo con las condiciones más óptimas para la producción de este.

REFERENCIAS

- Álvarez de la Puente, J. (2010). Manual de Compostaje para la Agricultura Ecológica. *Consejería de la Agricultura y Pesca* .
- Arias, I., Pérez, M., Laines, J y Castañón, G. . (2009). Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica. *Scientific Electronic Library Online – SciELO. Universidad y ciencia vol.25 no.3* .
- Bastan K. y Solarsom A. (2013). Recuperado el 1 de marzo del 2016, de http://Papers/guia_de_compostaje%20a%20partir%20de%20desechos%20organicos.pdf
- Blanco, J. (2011). Agronet. *Acondicionadores y Mejoradores del Suelo* . Colombia .
- Cano, M. (2001). INTERACCIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN PLANTAS: Micorrizas, Trichoderma spp. y Pseudomonas spp. *Scientific Electronic Library Online - SciELO, Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 14(2)(no. 15), 1-17.*
- Cardona, R. (2008). Effect of green manure and Trichoderma harzianum on sclerotia population and incidence of Macrophomina phaseolina on sesame. *Scientific Electronic Library Online - SciELO, Rev. Fac. Agron. v.25 (n.3).*
- Cariello, M., Castañeda, L., Riobo, I. y Gonzalez, J. (2007). *Endogenous microorganisms inoculant to speed up the composting process of urban swage sludge. Scientific Electronic Library Online (Vol. 32). Agro, Scielo Rev. Bio.*
- Carretero, I., Doussinague, C. y Villena, E. (2013). *TÉCNICO EN AGRICULTURA*. Madrid, España: Cultural, S.A.
- Castañeda, L., Cariello, M., Riobo, I., y González, J. . (2007). INOCULANTE DE MICROORGANISMOS ENDÓGENOS PARA ACELERAR EL PROCESO COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. *SciELO - Scientific Electronic Library Online, 26-37.*
- Daza, M., Oviedo, E., Marmolejo, L., y Torres, P. (2014). *Agroenvironmental systms selection for using compost from municipal biowastes.* (Vol. Primera Edición). (Palmira, Ed.) SciELO Acta Agron.
- Entidad Nacional de Acreditación (UNAC). (Octubre de 2014). *Criterios generales para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración*

según norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005. Recuperado el 15 de abril, de <https://www.enac.es/documents/7020/b7e24234-daba-4a62-9652-76eb7e96db30>

- Franco, K. (2007). PROTOCOLO PARA EL USO DE LOS EM EN EL MANEJO DE SÓLIDOS. *EMTEC, S.A.* Guatemala. Obtenido de EMTEC, S.A.
- Guerra, A. y Marcillo, L. (2009). ABONOS ORGÁNICOS FERMENTADOS FOLLETO: FOLLETO EDUCATIVO.
- Holguin, V. y Mora, J. (Julio-diciembre de 2009). DINÁMICA MICROBIANA EN VERMICOMPOSTAS COMERCIALES CON Y SIN INOCULACIÓN DEL HONGO *Trichoderma* spp. *Scientific Electronic Library Online - SciELO*(no. 29), 1-7.
- INEC. (2012). *Encuesta de Información Ambiental Económica en Empresas 2012. Ecuador.* Recuperado el 29 de marzo de 2016, de http://Presentacion_Empresas.pdf
- La Ley de Gestión Ambiental. (2012). *Ministerio del Ambiente.* Recuperado el 12 de abril del 2016, de http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/constitucion_de_bolsillo_final.pdf
- Martínez, B., Infante, D. y Reyes, D. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Scientific Electronic Library Online - SciELO, Rev. Protección Veg. Vol. 28 (No. 1)*, 1-11.
- Mejía, M. (2006). *AGRICULTURA Y GANADERÍA ORGÁNICAS A CONDICIONES COLOMBIANAS: RETORNOS DE LOS PROBLEMAS AL CAMPO* (Vol. Primera Edición). (M. Mejía, Ed.) Cali, Colombia: Mejía, M.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2014). *ELABORACIÓN Y USO DEL BOCASHI. Programa especial para la seguridad alimentaria. El salvador.* Recuperado el 29 de marzo del 2016, de <http://www.fao.org/3/a-at88s.pdf>
- Mosquera, B. (Septiembre de 2010). ABONOS ORGÁNICOS PROTEJEN EL SUELO Y GARANTIZAN ALIMENTACIÓN SANA. *Manual para la elaboración y aplicación de abonos y plaguicidas orgánicos.* USA: FONAG.
- Oviedo, E., Mamolejo, L. y Torres, P. (2013). *Influencia de la frecuencia de volteo para el control de la humedad de los sustratos en el compostaje*

- de bioresiduos de origen municipal.* (Vol. 30 no. 1). (L. O. SciEIO, Ed.) Ambient, Ev. Int. Contam.
- Pardo, N., Matinez, H., Durán, F., Rincón, J. y Rosas, A. (2009). *Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopatía* (Vol. Segunda Edición). (F. Durán, Ed.) Colombia: Grupo Latino LTDA.
- Pardo, N., Matinez, H., Rincón, J. y Rosas, A. (2004). *Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopatía* (Vol. Primera Edición). (F. Durán, Ed.) Grupo Latino LTDA.
- Pozo, H. . (Lunes, 4 de Mayo de 2015). *Ministerio del Ambiente*. Recuperado el 4 de junio del 2016, de <http://Acuerdo%20061%20Reforma.pdf>
- Román, P., Martínez, M. y Pantoja, A. (2013). MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR. 112. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Sepúlveda, L. y Alvarado, J. (Febrero de 2013). Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos a través de sistemas de compostaje y lombricultura en el Valle de Aburrá. . Medellín, Colombia.
- Silva, F., Ribeiro. R., Xavier, A., Santos, J., Souza, M. y Dias, C.,. (enero - marzo de 2016). Rizobacterias asociadas a materiais orgânicos no controle de nematoides das galhas em tomateiro. *Scientific Electeonic Library Online - SciELO, Hortic. Bras. vol.34*(no. 1).
- Soto, M., Jiménez, C., Molina, F. y González, J. (Marzo de 2013). Effect of Trichoderma harzianum and liquid humus vegetative establishment Tithonia diversifolia (Hemsl) A. Gray. *Scientific Electronic Library Online - SciELO, Zootecnia Trop. vol.31* (no.1).
- Sztern, D. y Pravia, M. (2013). *MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE COMPST BASES CONCEPTUALES Y PROCEDIMIENTOS*. Obtenido de ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Oficina de Planeamiento y Presupuesto. Unidad de Desarrollo Municipal. Recuperado el 29 de junio del 2016, de <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf>
- Tapia, L. (Mayo de 2015). *Acuerdo N°. 061*. Ministerio del Ambiente. Recueprado el 4 julio del 2016, de: <http://www.Acuerdo-Ministerial%20061.pdf>
- Vaca, C. (2011). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA RECICLADORA DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL NUEVO RELLENO SANITARIO, COMO FASE FINAL AL PROCESO DE*

RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DE IBARRA.
Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Imbabura Trabajo de grado.
Recuperado el 13 de mayo del 2016; de:
<http://www.Users/Amd/Downloads/02%20ICA%20157%20TESIS.pdf>

Vavia, C., Zemanate, Morales, S., Prado, F. y Albán, N. (2013). *Evaluación de diferentes formulaciones de compostaje a partir de residuos de cosecha de tomate* (Vol. 11 no.spe). Obtenido de Scientific Electronic Online - SciEIO. Rev. Bio. Agro.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis físico-químicos

Análisis fisicoquímicos iniciales

| | |
|---|--|
|  | AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P. |
| | Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com |

COMPOST

| Datos del Cliente | Referencia |
|--|--|
| Cliente : ANDRADE MICHELLE Propiedad: SOCAPAMBA Cultivo : COMPOST Ingreso : 09/05/2016 Ensayo: 16/05/2016 No. Lab : Desde: 2703 Hasta : 2707 | No. Doc: 49539 <i>Iniciales</i> Emisión: 18/05/2016 Impreso: 18/05/2016 Página: 1 de 6 |

Nombre: M1 B+H (T1R1)

No. Lab.: 2.703

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.00 | | 1.37 | 0.45 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 49.84 | 28.91 | 60.95 | 7.90 | 14.45 | 8.10 | | | |

Nombre: M2 B+H (T1R2)

No. Lab.: 2.704

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.86 | | 1.15 | 0.45 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 48.60 | 28.19 | 68.20 | 10.30 | 15.15 | 7.60 | | | |

Nombre: M3 B+H (T1R3)

No. Lab.: 2.705

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.75 | | 1.15 | 0.15 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 49.27 | 28.57 | 66.60 | 8.21 | 16.33 | 7.70 | | | |

Nombre: M4 B+H (T2R1)

No. Lab.: 2.706

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.78 | | 1.15 | 0.45 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 37.71 | 21.87 | 65.45 | 10.89 | 12.28 | 7.80 | | | |

Nombre: M5 B+H (T2R2)

No. Lab.: 2.707

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.90 | | 1.15 | 0.30 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 44.63 | 25.88 | 63.82 | 9.22 | 13.62 | 8.10 | | | |

Simbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU EXITO ES NUESTRO!


 Dr. Washington A. Padilla G. Ph.D
 Director del Laboratorio

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA
Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
 Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
 Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com

COMPOST

| Datos del Cliente | | | | Referencia | | | |
|-------------------|--------------------|---------|------------|------------|------------|--|--|
| Cliente | : ANDRADE MICHELLE | | | No. Doc: | 49539 | | |
| Propiedad: | SOCAPAMBA | | | Emisión: | 18/05/2016 | | |
| Cultivo | : COMPOST | | | Impreso: | 18/05/2016 | | |
| Ingreso | : 09/05/2016 | Ensayo: | 16/05/2016 | Página: | 2 de 6 | | |
| No. Lab | : Desde: 2708 | Hasta | : 2712 | | | | |

Nombre: M6 B+H (T2R3)

No. Lab.: 2,708

| | | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | | |
| 1.44 | | 0.92 | 0.30 | | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| | 30.01 | 17.40 | 62.74 | 9.09 | 12.08 | 8.00 | | | | |

Nombre: M7 B+H (T3R1)

No. Lab.: 2,709

| | | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | | |
| 1.90 | | 1.15 | 0.45 | | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| | 46.28 | 26.84 | 59.15 | 9.02 | 14.12 | 8.00 | | | | |

Nombre: M8 B+H (T3R2)

No. Lab.: 2,710

| | | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | | |
| 1.65 | | 1.15 | 0.75 | | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| | 37.79 | 21.92 | 59.61 | 9.74 | 13.28 | 8.10 | | | | |

Nombre: M9 B+H (T3R3)

No. Lab.: 2,711

| | | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | | |
| 1.85 | | 1.37 | 0.45 | | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| | 37.11 | 21.52 | 53.34 | 12.48 | 11.63 | 7.80 | | | | |

* Nombre: M10 Bac (T1R1)

No. Lab.: 2,712

| | | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | | |
| 1.34 | | 0.92 | 0.90 | | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| | 44.20 | 25.63 | 65.24 | 8.17 | 19.13 | 7.60 | | | | |

Simbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU EXITO ES NUESTRO!



AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
 Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
 Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com

COMPOST

| Datos del Cliente | Referencia |
|--|---|
| Cliente : ANDRADE MICHELLE Propiedad: SOCAPAMBA Cultivo : COMPOST Ingreso : 09/05/2016 Ensayo: 16/05/2016 No. Lab : Desde: 2713 Hasta : 2717 | No. Doc: 49539 Emisión: 18/05/2016 Impreso: 18/05/2016 Página: 3 de 6 |

Nombre: M11 Bac (T1R2)

No. Lab.: 2,713

| | | | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.69 | | 0.92 | 0.60 | | | | | | |
| | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 45.92 | 26.63 | 60.57 | 10.12 | 15.76 | 8.30 | | | |

Nombre: M12 Bac (T1R3)

No. Lab.: 2,714

| | | | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.58 | | 1.37 | 0.30 | | | | | | |
| | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 50.61 | 29.35 | 68.27 | 6.12 | 18.58 | 7.30 | | | |

Nombre: M13 Bac (T2R1)

No. Lab.: 2,715

| | | | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.88 | | 1.15 | 0.60 | | | | | | |
| | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 46.00 | 26.68 | 69.26 | 9.54 | 14.19 | 8.30 | | | |

Nombre: M14 Bac (T2R2)

No. Lab.: 2,716

| | | | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.90 | | 0.92 | 0.60 | | | | | | |
| | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 44.54 | 25.83 | 67.66 | 10.70 | 13.59 | 8.80 | | | |

Nombre: M15 Bac (T2R3)

No. Lab.: 2,717

| | | | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.35 | | 1.15 | 0.30 | | | | | | |
| | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 46.38 | 26.90 | 63.86 | 9.15 | 19.92 | 7.80 | | | |

Símbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU EXITO ES NUESTRO!

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA
Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
 Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
 Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com

COMPOST

| Datos del Cliente | | | | Referencia | | | |
|-------------------|--------------------|----------|--------------|------------|------------|----------|------------|
| Cliente | : ANDRADE MICHELLE | No. Doc: | 49539 | Emisión: | 18/05/2016 | Impreso: | 18/05/2016 |
| Propiedad: | SOCAPAMBA | Ensayo: | 16/05/2016 | Página: | 4 de 6 | | |
| Cultivo | : COMPOST | | | | | | |
| Ingreso | : 09/05/2016 | Hasta | : 2722 | | | | |
| No. Lab | : Desde: 2718 | | | | | | |

Nombre: M16 Bac (T3R1) *Hept!!*
 No. Lab.: 2,718

| | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----------|-----------|-------|------|--|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | | |
| 2.00 | | 1.15 | 0.45 | | | | | | | |
| M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | | | |
| 46.19 | 26.79 | 67.61 | 9.60 | 13.39 | 7.70 | | | | | |

Nombre: M17 Bac (T3R2)
 No. Lab.: 2,719

| | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----------|-----------|-------|------|--|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | | |
| 1.94 | | 1.37 | 0.60 | | | | | | | |
| M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | | | |
| 45.95 | 26.65 | 61.43 | 11.43 | 13.73 | 8.40 | | | | | |

Nombre: M18 Bac (T3R3)
 No. Lab.: 2,720

| | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----------|-----------|-------|------|--|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | | |
| 1.92 | | 1.15 | 0.45 | | | | | | | |
| M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | | | |
| 45.38 | 26.32 | 70.24 | 8.28 | 13.71 | 7.30 | | | | | |

Nombre: M19 Hon (T1R1)
 No. Lab.: 2,721

| | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----------|-----------|-------|------|--|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | | |
| 1.85 | | 1.37 | 0.75 | | | | | | | |
| M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | | | |
| 38.45 | 22.30 | 64.13 | 9.30 | 12.05 | 8.20 | | | | | |

Nombre: M20 Hon (T1R2)
 No. Lab.: 2,722

| | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----------|-----------|-------|------|--|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | | |
| 1.94 | | 1.37 | 0.45 | | | | | | | |
| M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | | | |
| 41.08 | 23.82 | 59.92 | 10.37 | 12.28 | 8.20 | | | | | |

Símbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU EXITO ES NUESTRO!



AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com **COMPOST**

| Datos del Cliente | | | | Referencia | | | |
|-------------------|--------------------|---------|------------|------------|------------|--|--|
| Cliente | : ANDRADE MICHELLE | | | No. Doc: | 49539 | | |
| Propiedad: | SOCAPAMBA | | | Emisión: | 18/05/2016 | | |
| Cultivo | : COMPOST | | | Impreso: | 18/05/2016 | | |
| Ingreso | : 09/05/2016 | Ensayo: | 16/05/2016 | Página: | 5 de 6 | | |
| No. Lab | : Desde: 2723 | Hasta | : 2727 | | | | |

Nombre: M21 Hon (T1R3)

No. Lab.: 2,723

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.89 | | 1.15 | 0.30 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 42.43 | 24.61 | 55.42 | 12.36 | 13.02 | 8.00 | | | |

Nombre: M22 Hon (T2R1)

No. Lab.: 2,724

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.95 | | 0.92 | 0.45 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 45.74 | 26.53 | 62.92 | 9.36 | 8.99 | 7.70 | | | |

Nombre: M23 Hon (T2R2)

No. Lab.: 2,725

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.75 | | 1.15 | 0.30 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 40.61 | 23.55 | 50.49 | 10.12 | 8.56 | 8.10 | | | |

Nombre: M24 Hon (T2R3)

No. Lab.: 2,726

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.75 | | 0.92 | 0.75 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 47.35 | 27.46 | 50.65 | 9.81 | 9.98 | 7.90 | | | |

Nombre: M25 Hon (T3R1)

No. Lab.: 2,727

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.83 | | 1.15 | 0.30 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 44.77 | 25.96 | 68.84 | 11.04 | 9.17 | 7.80 | | | |

Símbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU EXITO ES NUESTRO!

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA
Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
 Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
 Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com

COMPOST

| Datos del Cliente | | | | Referencia | | | |
|-------------------|--------------------|---------|------------|------------|------------|--|--|
| Cliente | : ANDRADE MICHELLE | | | No. Doc: | 49539 | | |
| Propiedad: | SOCAPAMBA | | | Emisión: | 18/05/2016 | | |
| Cultivo | : COMPOST | | | Impreso: | 18/05/2016 | | |
| Ingreso | : 09/05/2016 | Ensayo: | 16/05/2016 | Página: | 6 de 6 | | |
| No. Lab | : Desde: 2728 | Hasta: | 2730 | | | | |

Nombre: M26 Hon (T3R2)

No. Lab.: 2.728

| | | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | | |
| 2.91 | | 1.15 | 0.45 | | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| | 45.49 | 26.38 | 66.85 | 10.80 | 9.06 | 8.00 | | | | |

Nombre: M27 Hon (T3R3)

No. Lab.: 2.729

| | | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | | |
| 2.68 | | 0.92 | 0.60 | | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| | 45.79 | 26.56 | 66.50 | 9.64 | 9.91 | 8.20 | | | | |

Nombre: M28 BLANCO

No. Lab.: 2.730

| | | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | | |
| 2.92 | | 1.15 | 0.15 | | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| | 30.37 | 17.61 | 35.13 | 8.28 | 6.03 | 7.70 | | | | |

Simbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU EXITO ES NUESTRO!

Análisis físico-químicos finales

| | | |
|---|---|----------------|
|  | AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P. Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador Página Web: www.grupoclinicagrícola.com E-mail: info@grupoclinicagrícola.com | COMPOST |
| | | |

| Datos del Cliente | | | | Referencia | | |
|-------------------|--------------------|----------|--------------|------------|--------|--------------|
| Cliente | : ANDRADE MICHELLE | No. Doc: | 49605 | | | |
| Propiedad | : SOCAPAMBA | Emisión: | 08/06/2016 | | | <i>Final</i> |
| Cultivo | : COMPOST | Impreso: | 10/06/2016 | | | |
| Ingreso | : 30/05/2016 | Ensayo: | 06/06/2016 | | | |
| No. Lab | : Desde: 2732 | Hasta | : 2736 | Página: | 1 de 6 | |

Nombre: BLANCO

No. Lab.: 2,732

| N % | P205 % | K2O % | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH |
|------|--------|-------|--------|-------|-----------|-----------|------|------|
| 2.52 | 0.92 | 0.60 | 34.00 | 19.72 | 26.70 | 8.52 | 7.82 | 7.50 |

Nombre: HON T1R1

No. Lab.: 2,733

| N % | P205 % | K2O % | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH |
|------|--------|-------|--------|-------|-----------|-----------|------|------|
| 2.79 | 0.92 | 0.75 | 27.95 | 16.21 | 51.77 | 7.23 | 5.81 | 8.50 |

Nombre: HON T1R2

No. Lab.: 2,734

| N % | P205 % | K2O % | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH |
|------|--------|-------|--------|-------|-----------|-----------|------|------|
| 2.90 | 1.37 | 0.75 | 26.54 | 15.39 | 54.28 | 8.73 | 5.30 | 8.30 |

Nombre: HON T1R3

No. Lab.: 2,735

| N % | P205 % | K2O % | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH |
|------|--------|-------|--------|-------|-----------|-----------|------|------|
| 2.84 | 1.15 | 1.35 | 27.63 | 16.02 | 25.26 | 9.43 | 5.64 | 8.10 |

Nombre: HON T2R1

No. Lab.: 2,736

| N % | P205 % | K2O % | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH |
|------|--------|-------|--------|-------|-----------|-----------|------|------|
| 2.63 | 1.15 | 0.75 | 27.03 | 15.67 | 28.91 | 9.51 | 5.96 | 8.10 |

Simbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU EXITO ES NUESTRO!


Dr. Washington A. Padilla G. Ph.D
 Director del Laboratorio

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA
Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
 Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
 Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com

COMPOST

| Datos del Cliente | | | | Referencia | | | |
|-------------------|--------------------|---------|------------|------------|------------|--|--|
| Cliente | : ANDRADE MICHELLE | | | No. Doc: | 49605 | | |
| Propiedad: | SOCAPAMBA | | | Emisión: | 08/06/2016 | | |
| Cultivo | : COMPOST | | | Impreso: | 10/06/2016 | | |
| Ingreso | : 30/05/2016 | Ensayo: | 06/06/2016 | Página: | 2 de 6 | | |
| No. Lab | : Desde: 2737 | Hasta | : 2741 | | | | |

Nombre: HON T2R2

No. Lab.: 2,737

| | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.80 | | 0.92 | 0.45 | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 34.29 | 19.89 | 35.85 | 8.30 | 7.10 | 8.00 | | | | |

Nombre: HON T2R3

No. Lab.: 2,738

| | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.65 | | 1.15 | 0.75 | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 30.46 | 17.66 | 48.28 | 9.23 | 6.66 | 8.10 | | | | |

Nombre: HON T3R1

No. Lab.: 2,739

| | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.65 | | 1.15 | 0.75 | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 29.22 | 16.94 | 54.20 | 9.06 | 6.39 | 8.30 | | | | |

Nombre: HON T3R2

No. Lab.: 2,740

| | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.61 | | 1.37 | 0.90 | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 29.97 | 17.38 | 43.88 | 8.51 | 6.66 | 8.20 | | | | |

Nombre: HON T3R3

No. Lab.: 2,741

| | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.70 | | 1.15 | 0.60 | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 29.24 | 16.96 | 37.88 | 9.91 | 6.28 | 8.30 | | | | |

Símbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU EXITO ES NUESTRO!



AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA
Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
 Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
 Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com

COMPOST

| Datos del Cliente | | | | Referencia | | | |
|-------------------|--------------------|---------|------------|------------|------------|--|--|
| Cliente | : ANDRADE MICHELLE | | | No. Doc: | 49605 | | |
| Propiedad: | SOCAPAMBA | | | Emisión: | 08/06/2016 | | |
| Cultivo | : COMPOST | | | Impreso: | 10/06/2016 | | |
| Ingreso | : 30/05/2016 | Ensayo: | 06/06/2016 | Página: | 3 de 6 | | |
| No. Lab | : Desde: 2742 | Hasta | : 2746 | | | | |

Nombre: BAC T1R1

No. Lab.: 2,742

| | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.66 | | 0.92 | 0.75 | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 29.74 | 17.25 | 50.95 | 8.68 | 6.48 | 8.40 | | | | |

Nombre: BAC T1R2

No. Lab.: 2,743

| | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.76 | | 0.92 | 1.20 | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 32.27 | 18.71 | 45.08 | 8.54 | 6.78 | 8.50 | | | | |

Nombre: BAC T1R3

No. Lab.: 2,744

| | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.67 | | 0.92 | 0.75 | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 33.32 | 19.32 | 58.21 | 6.67 | 7.23 | 8.60 | | | | |

Nombre: BAC T2R1

No. Lab.: 2,745

| | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.45 | | 0.92 | 0.60 | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 37.04 | 21.48 | 51.71 | 5.99 | 8.76 | 8.80 | | | | |

Nombre: BAC T2R2

No. Lab.: 2,746

| | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.70 | | 1.60 | 1.35 | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 30.66 | 17.78 | 42.34 | 11.48 | 6.58 | 9.40 | | | | |

Símbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU EXITO ES NUESTRO!

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA
Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
 Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
 Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com

COMPOST

| Datos del Cliente | | | | Referencia | | | |
|-------------------|--------------------|---------|------------|------------|------------|--|--|
| Cliente | : ANDRADE MICHELLE | | | No. Doc: | 49605 | | |
| Propiedad: | SOCAPAMBA | | | Emisión: | 08/06/2016 | | |
| Cultivo | : COMPOST | | | Impreso: | 10/06/2016 | | |
| Ingreso | : 30/05/2016 | Ensayo: | 06/06/2016 | Página: | 4 de 6 | | |
| No. Lab | : Desde: 2747 | Hasta | : 2751 | | | | |

Nombre: BAC T2R3

No. Lab.: 2.747

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 2.70 | | 0.92 | 0.75 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 35.16 | 20.39 | 45.51 | 8.02 | 7.55 | 8.50 | | | |

Nombre: BAC T3R1

No. Lab.: 2.748

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.65 | | 1.15 | 1.50 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 51.59 | 29.92 | 46.69 | 9.11 | 18.13 | 8.40 | | | |

Nombre: BAC T3R2

No. Lab.: 2.749

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.69 | | 1.37 | 1.05 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 37.57 | 21.79 | 64.86 | 10.48 | 12.89 | 9.10 | | | |

Nombre: BAC T3R3

No. Lab.: 2.750

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.75 | | 1.15 | 1.20 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 40.32 | 23.38 | 49.19 | 7.15 | 13.36 | 8.60 | | | |

Nombre: HON+BAC T1R1

No. Lab.: 2.751

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.55 | | 1.15 | 0.75 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 42.29 | 24.53 | 61.58 | 9.41 | 15.82 | 8.20 | | | |

Símbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU EXITO ES NUESTRO!



AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA
Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com

COMPOST

| Datos del Cliente | | | | Referencia | |
|-------------------|--------------------|---------|------------|------------|------------|
| Cliente | : ANDRADE MICHELLE | | | No. Doc: | 49605 |
| Propiedad | : SOCAPAMBA | | | Emisión: | 08/06/2016 |
| Cultivo | : COMPOST | | | Impreso: | 10/06/2016 |
| Ingreso | : 30/05/2016 | Ensayo: | 06/06/2016 | Página: | 3 de 6 |
| No. Lab | : Desde: 2742 | Hasta | : 2746 | | |

Nombre: BAC T1R1

No. Lab.: 2742

| | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----------|-----------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | |
| 2.66 | | 0.92 | 0.75 | | | | | | |
| M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 29.74 | 17.25 | 50.95 | 8.68 | 6.48 | 8.40 | | | | |

Nombre: BAC T1R2

No. Lab.: 2743

| | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----------|-----------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | |
| 2.76 | | 0.92 | 1.20 | | | | | | |
| M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 32.27 | 18.71 | 45.08 | 8.54 | 6.78 | 8.50 | | | | |

Nombre: BAC T1R3

No. Lab.: 2744

| | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----------|-----------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | |
| 2.67 | | 0.92 | 0.75 | | | | | | |
| M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 33.32 | 19.32 | 58.21 | 6.67 | 7.23 | 8.60 | | | | |

Nombre: BAC T2R1

No. Lab.: 2745

| | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----------|-----------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | |
| 2.45 | | 0.92 | 0.60 | | | | | | |
| M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 37.04 | 21.48 | 51.71 | 5.99 | 8.76 | 8.80 | | | | |

Nombre: BAC T2R2

No. Lab.: 2746

| | | | | | | | | | |
|--------|-------|-----------|-----------|------|------|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | |
| 2.70 | | 1.60 | 1.35 | | | | | | |
| M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | | |
| 30.66 | 17.78 | 42.34 | 11.48 | 6.58 | 9.40 | | | | |

Simbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU EXITO ES NUESTRO!

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA
Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
 Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
 Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com

COMPOST

| Datos del Cliente | | | | Referencia | | | |
|-------------------|--------------------|---------|------------|------------|------------|--|--|
| Cliente | : ANDRADE MICHELLE | | | No. Doc: | 49605 | | |
| Propiedad: | SOCAPAMBA | | | Emisión: | 08/06/2016 | | |
| Cultivo | : COMPOST | | | Impreso: | 10/06/2016 | | |
| Ingreso | : 30/05/2016 | Ensayo: | 06/06/2016 | Página: | 4 de 6 | | |
| No. Lab | : Desde: 2747 | Hasta | : 2751 | | | | |

Nombre: BAC T2R3

No. Lab.: 2,747

| | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|------|------|--|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | | |
| 2.70 | | 0.92 | 0.75 | | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | | |
| 35.16 | 20.39 | 45.51 | 8.02 | 7.55 | 8.50 | | | | | |

Nombre: BAC T3R1

No. Lab.: 2,748

| | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | | |
| 1.65 | | 1.15 | 1.50 | | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | | |
| 51.59 | 29.92 | 46.69 | 9.11 | 18.13 | 8.40 | | | | | |

Nombre: BAC T3R2

No. Lab.: 2,749

| | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | | |
| 1.69 | | 1.37 | 1.05 | | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | | |
| 37.57 | 21.79 | 64.86 | 10.48 | 12.89 | 9.10 | | | | | |

Nombre: BAC T3R3

No. Lab.: 2,750

| | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | | |
| 1.75 | | 1.15 | 1.20 | | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | | |
| 40.32 | 23.38 | 49.19 | 7.15 | 13.36 | 8.60 | | | | | |

Nombre: HON+BAC T1R1

No. Lab.: 2,751

| | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|--|--|
| N % | | P205 % | K20 % | | | | | | | |
| 1.55 | | 1.15 | 0.75 | | | | | | | |
| M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | | | |
| 42.29 | 24.53 | 61.58 | 9.41 | 15.82 | 8.20 | | | | | |

Símbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU ÉXITO ES NUESTRO!



AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
 Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
 Página Web: www.grupoclinicagrícola.com E-mail: info@grupoclinicagrícola.com

COMPOST

| Datos del Cliente | Referencia |
|--|---|
| Cliente : ANDRADE MICHELLE Propiedad: SOCAPAMBA Cultivo : COMPOST Ingreso : 30/05/2016 Ensayo: 06/06/2016 No. Lab : Desde: 2752 Hasta : 2756 | No. Doc: 49605 Emisión: 08/06/2016 Impreso: 10/06/2016 Página: 5 de 6 |

Nombre: HON+BAC T1R2

No. Lab.: 2,752

| | | | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.71 | | 1.15 | 1.05 | | | | | | |
| | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 40.65 | 23.57 | 67.57 | 9.97 | 13.78 | 8.50 | | | |

Nombre: HON+BAC T1R3

No. Lab.: 2,753

| | | | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.58 | | 0.92 | 0.75 | | | | | | |
| | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 40.31 | 23.38 | 55.02 | 8.00 | 14.79 | 8.10 | | | |

Nombre: HON+BAC T2R1

No. Lab.: 2,754

| | | | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.50 | | 1.15 | 0.75 | | | | | | |
| | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 30.54 | 17.71 | 44.23 | 8.70 | 11.81 | 8.30 | | | |

Nombre: HON+BAC T2R2

No. Lab.: 2,755

| | | | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.70 | | 0.92 | 1.05 | | | | | | |
| | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 36.74 | 21.31 | 56.81 | 8.54 | 12.53 | 7.90 | | | |

Nombre: HON+BAC T2R3

No. Lab.: 2,756

| | | | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.54 | | 1.15 | 0.90 | | | | | | |
| | M.O. % | C % | Humedad % | C.E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 33.13 | 19.21 | 45.15 | 8.93 | 12.47 | 7.40 | | | |

Símbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU ÉXITO ES NUESTRO!

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA
Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
 Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
 Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com

COMPOST

| Datos del Cliente | | | | Referencia | | | |
|-------------------|--------------------|---------|------------|------------|------------|--|--|
| Cliente | : ANDRADE MICHELLE | | | No. Doc: | 49605 | | |
| Propiedad: | SOCAPAMBA | | | Emisión: | 08/06/2016 | | |
| Cultivo | : COMPOST | | | Impreso: | 10/06/2016 | | |
| Ingreso | : 30/05/2016 | Ensayo: | 06/06/2016 | Página: | 6 de 6 | | |
| No. Lab | : Desde: 2757 | Hasta | : 2759 | | | | |

Nombre: HON+BAC T3R1

No. Lab.: 2,757

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.67 | | 1.15 | 0.90 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 23.80 | 13.80 | 45.04 | 8.03 | 8.26 | 8.10 | | | |

Nombre: HON+BAC T3R2

No. Lab.: 2,758

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|-------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.35 | | 1.15 | 1.05 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 40.33 | 23.39 | 53.00 | 8.11 | 17.32 | 8.20 | | | |

Nombre: HON+BAC T3R3

No. Lab.: 2,759

| | | | | | | | | | |
|------|---------|--------|-----------|------------|------|------|--|--|--|
| N % | | P2O5 % | K2O % | | | | | | |
| 1.62 | | 1.15 | 0.90 | | | | | | |
| | M. O. % | C % | Humedad % | C. E. mmho | C/N | pH | | | |
| | 25.92 | 15.03 | 78.94 | 9.61 | 9.28 | 7.60 | | | |

Símbolo decimal = (.)

Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal.

P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36)

Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total.

¡SU EXITO ES NUESTRO!