

EVALUACIÓN DE UN INÓCULO NATIVO EN LA FASE DE MADURACIÓN DEL COMPOSTAJE DE RESIDUOS AGROPECUARIOS

Cristhian Junior Burgos Cobeña¹, Néstor Leopoldo Tarazona Meza², Diego Zambrano Pazmiño³

Ángel Guzmán Cedeño³

¹Programa Semillero de Investigadores de la Coordinación General de Investigación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Campus Politécnico El Limón, Km 2.7 vía Calceta –Morro- El Limón.

²Carrera de Ingeniera Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Campus Politécnico El Limón, Km 2.7 vía Calceta –Morro- El Limón

³Coordinación General de Investigación Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Campus Politécnico El Limón, Km 2.7 vía Calceta –Morro- El Limón

Contacto: crisjunior94@hotmail.com

RESUMEN

La investigación se realizó en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, con el objetivo obtener compost de calidad a partir de residuos agropecuarios fibrosos inoculados con microorganismos nativos en la fase de maduración. El factor en estudio fue el Biopreparado a partir de inoculante microbiano nativo conformado por hongos *Trichoderma longibrachiatum*, *Trichoderma harzianum* y bacterias *Bacillus cereus*, en tres niveles de dosificación (200, 300, 400 mL/m³ de biomasa), aplicados en dos momentos (primera y tercera semana del proceso de compostaje en fase de maduración) sobre cáscara de maní y porquinaza con cascarilla de arroz, que se sometieron a un precompostaje. Las unidades experimentales formadas con mallas metálicas, tuvieron una altura de 0,50 metros y 0,96 metros de diámetro, formando un volumen de 0,33 metros cúbicos. Los parámetros evaluados en el proceso de estabilización del compost fueron: pH y temperatura; parámetros químicos expresados en porcentaje de macronutrientes y micronutrientes; parámetros físico-químicos en porcentaje de materia orgánica, fibra y cenizas. Además se determinó el porcentaje de germinación y longitud de raíces de semillas de lechuga. De acuerdo a los resultados, el inóculo microbiano influyó en el nivel de maduración del compost debido a que los residuos orgánicos

compostados sí se lograron mineralizar. El compost obtenido con la aplicación de 400 mL/m³ del inoculante mostró condiciones de calidad para su uso agronómico por tener mejores niveles de macronutrientes, adecuado contenido de materia orgánica, temperatura y pH apropiado, y alcanzar mayor porcentaje de germinación de semillas indicadoras de fitotoxicidad.

Palabras clave: Celulolítico, fitotoxicidad, inoculante microbiano, compost.

ABSTRACT

The research was conducted at the Polytechnic Agricultural College of Manabí. The objective was to obtain quality compost from inoculated fibrous agricultural waste using native microorganisms in the maturation phase. The independent variable under study was the bioproduct from native microbial inoculant consisting of fungi *Trichoderma longibrachiatum*, *Trichoderma harzianum* and *Bacillus cereus* bacteria at three dose levels (200, 300, 400 mL / m³ of biomass). This bioproduct was applied on previously composted peanut shell, rice husk and pig manure. The wire screen experimental units were 0.50 meters in height and 0.96 meters in diameter, and 0.33 cubic meter volume. The parameters evaluated during compost stabilization were: pH and temperature; chemical parameters, expressed as percentages of macronutrients and micronutrients; physico-chemical parameters, as percentages of organic matter, fiber and ash. In addition, we determined the percentage of germination and root length of lettuce seeds. According to the results, the microbial inoculum influenced the level of maturity of compost because composted organic waste achieved mineralization. The compost obtained with the application of 400 mL / m³ inoculant showed best quality conditions for agricultural use by having higher levels of macronutrients, adequate organic matter content, appropriate temperature and pH, and achieving the highest germination percentage of phytotoxicity indicating seeds.

key words: Cellulolytic, phytotoxicity, microbial inoculants, compost.

1. INTRODUCCIÓN

El suelo es el principal recurso natural que satisface indirectamente las necesidades alimenticias del hombre, animales, microorganismos, etc, sirve como medio de cultivo para producir alimentos, además de servir de soporte para los seres vivos, pero evidentemente el mal manejo de este recurso lleva a la degradación física y química de los suelos agrícolas.

La agricultura sin reposición se asocia a la disminución del contenido de macro y micronutrientes en los suelos. Este problema se agrava con el uso de variedades de cultivos de alto rendimiento, que demandan mayor cantidad de nutrientes (Sharma *et al.*, 2000).

Linares (2004) menciona que el impacto ecológico producido por la agricultura convencional está llevando a comprender sus grandes limitaciones para resolver el problema de la seguridad alimentaria, especialmente en los países en vía de desarrollo. Su aplicación no solo ha provocado la degradación de los recursos naturales como el agua, el suelo y la vegetación sino que también es responsable de la pérdida paulatina del conocimiento o saber campesino.

En la sección quinta de la Constitución del Ecuador (2008) en su art. 410 indica que el Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que protejan y promuevan la seguridad y soberanía alimentaria.

Para aportar a la solución de estas necesidades surgió alternativas como el compostaje que es un proceso biooxidativo que da lugar a un producto orgánico altamente estable denominado compost. Se puede definir, además, como la mineralización y humificación parcial de las sustancias orgánicas mediante reacciones microbianas (Varnero *et al.*, 2011 citado por Guzmán *et al.*, 2014).

La evaluación de la madurez de los residuos agropecuarios en compostaje constituye un problema relevante, desde el punto de vista de su utilización agronómica, ya que la aplicación de un compost inmaduro a los suelos de cultivo -con una relación Carbono/Nitrógeno elevada- puede causar la inmovilización del N mineral, se produce un aumento de la microflora que utiliza

parte del N presente en el suelo para la formación de estructuras celulares, además de provocar el aumento de temperatura en el suelo que afecta negativamente el desarrollo de las plantas (García *et al.*, 2014)

Los mismos autores indican que la madurez del compost de residuos agropecuarios fibrosos es uno de los parámetros más importantes para evaluar la calidad de este abono, el grado de madurez se expresa como el estado de degradación, transformación y síntesis microbiana en que se encuentra el material a compostar.

Mediante los antecedentes planteados se tomó como objetivo obtener compost de calidad a partir de residuos agropecuarios fibrosos inoculados con microorganismos nativos en la fase de maduración del proceso de compostaje.

2. DESARROLLO

El experimento se llevó a cabo en el año 2015 en el campus politécnico de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, en el sitio El Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, geográficamente localizada en las siguientes coordenadas: Latitud Sur: 0° 49'27.9", y 80°10'27" Longitud Oeste, y una Altitud de 15 msnm (estación meteorológica ESPAM, 2015). Se evaluaron tres tratamientos del inoculante microbiano a base de hongos: *Trichoderma longibrachiatum*, *Trichoderma harzianum* y bacterias: *Bacillus cereus* (200, 300 y 400 mL/m³); mismos que se aplicaron en dos momentos (Primera y tercera semana del proceso de compostaje en fase de maduración).

2.1. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Obtención del Biopreparado (inóculo bacteriano y fúngico)

El Biopreparado conformado por una cepa de bacteria y dos de hongos corresponden a los resultados de un proyecto de investigación de la Politécnica de Manabí titulado: ***Contribución al desarrollo de una producción agropecuaria eficiente y sostenible en Ecuador con el uso de bioproductos microbianos autóctonos.*** En este estudio los microorganismos

fueron aislados de cinco ambientes distintos, pero fue de muestras de suelo de una área dedicada a la agricultura orgánica de donde se seleccionaron las cepas promisorias por tener mayor estabilidad en el crecimiento a diferentes temperaturas y niveles de pH, mayor halo de degradación en Carboximetilcelulosa, a partir de la comprobación de la capacidad biodegradativa a nivel de laboratorio, y se identificaron molecularmente como *Trichoderma longibrachiatum*, *T. harzianum* y *Bacillus cereus* (Guzmán-Cedeño, 2015).

2.2. DATOS TOMADOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

PROCESO DE ESTABILIZACIÓN

a) TEMPERATURA

Se evaluó la temperatura cada 8 días en tres puntos diferentes: centro y en los extremos opuestos de la biomasa dentro de cada tambor, para lo cual se empleó un termómetro de punzón modelo TL-881 (Cano, 2011).

b) pH

Se evaluó el pH cada 8 días en tres puntos diferentes, centro y extremos opuestos de la biomasa, para lo cual se empleó un potenciómetro.

PARÁMETROS QUÍMICOS

Se tomaron muestras de 500 g de compost de cada tambor y se las envió al laboratorio de suelos, tejidos vegetales y agua del INIAP-Pichilingue para determinar N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Fe, Mn.

PARÁMETRO FITOTÓXICO

La evaluación de la fitotoxicidad se realizó mediante el método de la sensibilidad de compuestos fitotóxicos indicado por Fuentes *et al.* (2004); el método consistió en la siembra de semillas de lechuga (*Lactuca sativa*), utilizando bandejas germinadoras. A los ocho días se evaluó el porcentaje de germinación y la longitud en cm de las raíces.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) PROCESO DE ESTABILIZACIÓN

Temperatura

La temperatura es uno de los factores que influye de forma más crítica sobre la dinámica de transformación de la materia orgánica durante el compostaje y es un referente de la estabilización del producto terminado (Moreno, 2008). En el gráfico 1 se observa que durante la primera semana del ensayo la temperatura de la biomasa inició con un promedio de 33,5°C en el testigo y un promedio de 32,5°C en los tratamientos. Se aprecia que en el testigo hay un descenso sostenido de la temperatura hasta ubicarse en alrededor de los 31,5°C en la séptima semana de evaluación. Mientras que en las variantes inoculadas hay una fluctuación de los valores, marcado por el momento de inoculación del biopreparado, al final de la evaluación las temperaturas estaban por debajo de 30°C.

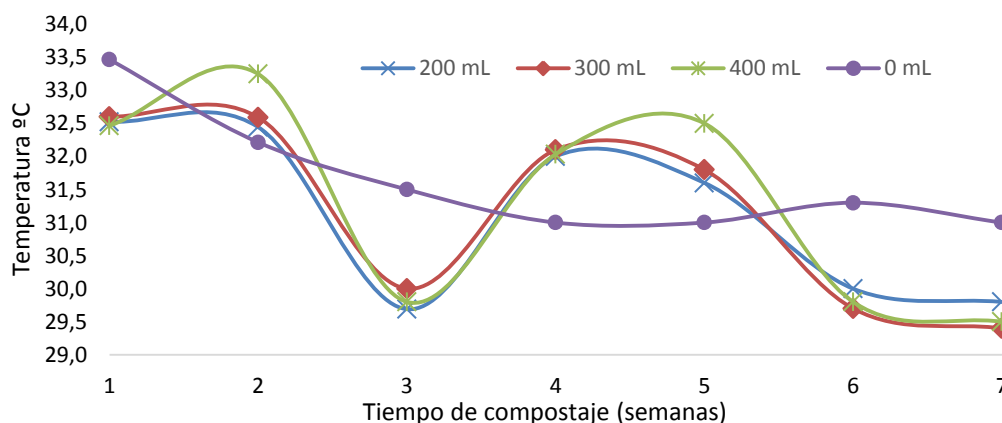


Gráfico 1. Registro de temperatura semanal durante la fase de maduración del compost de residuos agropecuarios.

Sánchez (2011) manifiesta que la fase activa termina cuando las temperaturas de los residuos de la materia en proceso de compostaje son estables y cercanas a la temperatura ambiental. En estudios realizados por Kiera (2009) la temperatura a los 80 días de proceso alcanzó entre los 32,2 y 33°C. Por su parte Tiquia *et al.* (2006) manifiestan que las temperaturas están correlacionadas con el incremento y descenso de la actividad microbiana. Mientras que Turan *et al.* (2009) mencionan que cuando la materia orgánica

comienza a estabilizarse, la actividad microbiana y el proceso de descomposición decrecen y la temperatura disminuye hasta el nivel ambiental, como señal de que el proceso ha finalizado.

A pesar de las diferencias de promedios de temperatura entre el testigo y las variantes inoculadas, estas no difieren estadísticamente según la prueba paramétrica del ANOVA.

Cuadro 1. Promedios de temperatura (°C) del compost a la séptima semana del proceso de estabilización.

| Tratamientos | Medias | E.E. |
|-----------------------|--------|------|
| 0 mL/m ³ | 31,15 | 0,14 |
| 200 mL/m ³ | 29,99 | 0,14 |
| 300 mL/m ³ | 29,97 | 0,14 |
| 400 mL/m ³ | 29,77 | 0,14 |
| Probabilidad 0,3771 | | |

pH

El pH es uno de los indicadores más importantes de la estabilización de un compost maduro; en el grafico 2, se observa que en la primera semana el pH estuvo por debajo de 6,2: Después de la primera inoculación el pH alcanzó 6,9 en estas variantes y el testigo tuvo un promedio de 6,3. A partir de la reinoculación (tercera semana), el pH del compost tendió a bajar durante la cuarta y quinta semana debido al aumento de temperatura por efectos de la actividad microbiana, como los mencionan Tiquia *et al.* (2006).

El pH está correlacionado con la temperatura debido al aumento y bajada de la actividad microbiana. En la sexta y séptima semana los tratamientos inoculados llegaron a un pH prácticamente neutro; las variantes de 300 y 400 mL de inóculo/m³, rebasaron ligeramente el pH de 7. Tchobanoglous *et al.* (1994) citado por Turan *et al.* (2009) indican que el pH ideal para un compost de calidad se ubica entre 7 y 8.

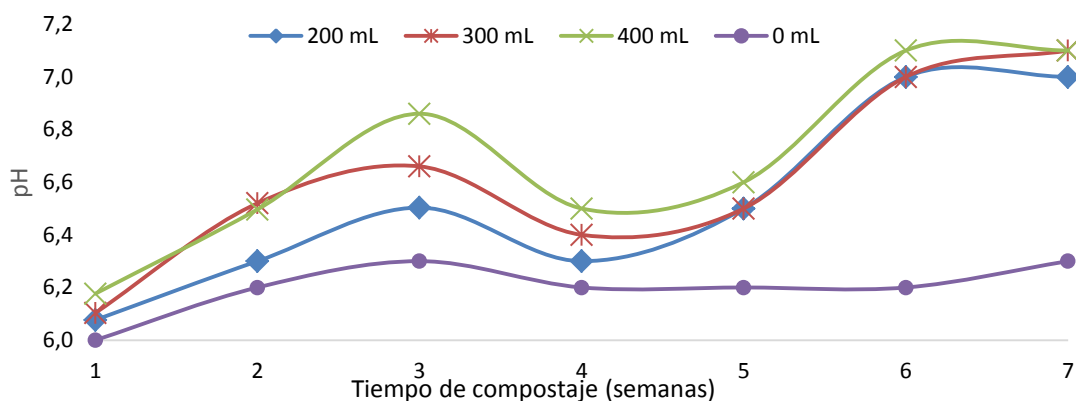


Gráfico 2. Registro del pH semanal durante la fase de maduración de compostaje de residuos sólidos agropecuarios

Según la prueba paramétrica del ANOVA muestra que el pH entre tratamientos tiene diferencia estadística tal como lo muestra el cuadro 2. De acuerdo a las medias estipuladas por el test de Tukey las variantes con mayor volumen de biopreparado se ubican en el primer rango estadístico.

Cuadro 2. Promedios de pH del compost a la séptima semana del proceso de estabilización

| Tratamientos | Medias | | E.E. |
|-----------------------|--------|---|------|
| 400 mL/m ³ | 7,06 | a | 0,03 |
| 300 mL/m ³ | 7,05 | a | 0,03 |
| 200 mL/m ³ | 6,89 | b | 0,03 |
| 0 mL/m ³ | 6,69 | c | 0,03 |
| Probabilidad | 0,0003 | | |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

b) PARÁMETROS QUÍMICOS

MACRONUTRIENTES

El nitrógeno es un nutriente de alta demanda por las plantas el cual fomenta el crecimiento de la parte aérea de los vegetales (hojas, tallos) además en la mayoría de los casos es responsable del color verde de las plantas y confiere resistencia a las plagas (Moreno, 2008). En el cuadro 3 se observa que el valor de nitrógeno en el compost inoculado supera al promedio del compost sin inocular.

En estudios de compostas realizados por Quinchia *et al.* (2004) obtuvieron un porcentaje de nitrógeno entre 1,62 y 1,79 en los tratamientos de residuos sólidos agropecuarios con inoculante microbiano, dichos resultados superan los obtenidos en este estudio, posiblemente el material de partida incide en la calidad nutritiva del producto final. En otras investigaciones en compostaje realizado con residuos de pollinaza y cascarillas de arroz se reportan valores entre 0,13 y 0,30% de nitrógeno (Martínez *et al.*, 2008; Jácome, 2011).

El fósforo es un nutrimento muy importante en las plantas ya que es un estimulador de la maduración de flores, semillas y frutos; además, interviene en la formación y desarrollo de las raíces y tiene un papel importante en la resistencia a la sequía (Alonso y Guzmán, 2010). Los residuos agropecuarios descompuestos por el inoculante microbiano alcanzaron un porcentaje de fósforo entre 0,21 y 0,24%, ubicándose dentro del rango establecido para los compost maduro que va de 0,1 a 1,6%, dependiendo del material que se halla descompuesto (FAO 1991 citado por Tierra 2010).

El potasio es un nutriente decisivo en el desarrollo de toda la planta, posibilita que las raíces y tallos sean fuertes junto con ellos la semillas, los frutos y las hojas (Lambin, 2001). Para Cariello (2007) el rango de potasio en compostaje varían entre 0,4-1,6%; lo cual muestra que los resultados alcanzados en esta investigación están dentro de los rangos de potasio establecidos; diferente de los resultados de Jácome (2011) que obtuvo un contenido de potasio de 0,69%.

MICRONUTRIENTES

Según Alonso y Guzmán (2010) el calcio es un nutriente esencial en el crecimiento de las plantas pero de menor demanda, normalmente se encuentran en todos los suelos agrícolas y es importante en la formación de las paredes celulares de las mismas. Mosquera (2010) en su estudio obtuvo compost con 0,56% de calcio; mientras que los rangos de calcio van desde 1,1 a 6,0% según los rangos señalados por la FAO (1991) citado por Tierra (2010). Los valores alcanzados en el presente estudio se encuentran dentro de este rango.

El magnesio es un nutrimento denominado micronutriente por ser asimilado por las plantas en menores cantidades, forma parte de la clorofila (molécula vegetal que confiere el color verde en las plantas) y actúa en el metabolismo del fósforo. Canet (2003) estipula que los valores de magnesio en compostas maduras son mayores al 1%; esto no se cumple en el presente estudio, se evidencia una vez más que el valor nutricional del compost depende de los materiales de partida.

Para Myers *et al.* (2000) el azufre tiene función estructural y funcional en las plantas, ya que forma parte de los aminoácidos, constituyentes básicos de las proteínas, y de los enzimas, los cuales posibilitan las reacciones químicas vegetales. Sierra y Rojas (2009) indican que en compostas maduras alcanzaron rangos de 0,03 a 0,06% de azufre, lo cual tiene similitud con los porcentajes logrados en esta investigación que van desde 0,03 a 0,07.

Según Vélez (2009) el boro es un elemento que participa en los procesos de crecimiento de los tejidos vegetales y por lo tanto influye en el tamaño de las hojas y los frutos. Sierra y Rojas (2009) manifiestan que obtuvieron el mismo porcentaje de boro 0,016% en diferentes compostas a base de estiércoles de bovino, pollo, ovino, equino y un 0,005% en compost a partir de estiércol porcino; mientras que los resultados obtenidos en este estudio no superan el 0,003% de boro que también fueron resultado de la degradación de residuos de porcinos, independientemente del uso de inoculante microbiano.

Para Vélez (2009) el zinc es un metal pesado comúnmente encontrado en los suelos agrícolas, es de baja demanda para una calidad nutritiva en los cultivos aunque tiene importancia en la formación y maduración de las semillas, participa en la síntesis de clorofila, la fotosíntesis y la asimilación del nitrógeno; según CONAMA (2000) la concentración máxima de zinc en compost es de 0,02%, lo cual indica que los resultados obtenidos en este estudio son favorables para los cultivos ya que no superan un 0,003% de zinc y no provocan una toxicidad.

Para Hill y Kolb. (1999) el cobre es un elemento importante en el crecimiento de las plantas por sus funciones enzimáticas e interviene en la producción de

aminoácidos y en la formación de la clorofila. Ortiz (2010) indica que en un compost maduro encontró un promedio de 0,0035% de cobre, resultados que están por encima de los obtenidos en esta investigación tal como lo muestra el cuadro 3.

El hierro es un nutrimento esencial para los cultivos, participa en la formación de la clorofila, en la fijación del nitrógeno y en el proceso respiratorio de los vegetales. Por lo tanto, tiene importancia en el aspecto, color y vigor de las plantas (Hill y Kolb 1999). Mientras tanto Rosal *et al.* (2007) manifiestan que el rango de hierro obtenido en compost es de 1,06%; según Cano (2011) los hongos *Trichoderma* spp. son productores de Sideróforos, (del griego transportador de hierro, procesos de oxidación) es un compuesto quelante de hierro secretado por estos microorganismos los cuales disminuyen el porcentaje del hierro, por lo que los resultados obtenidos en este estudio son inferiores, lo cual se evidencia en el presente estudio (Cuadro 3).

Para Moreno (2008) el manganeso es un elemento asimilado por las plantas, favorece la síntesis de clorofila, la fotosíntesis y la asimilación de nitratos. Pérez *et al.* (2008) muestran que los rangos de manganeso obtenidos en compost a base de porquinaza con cascarillas de arroz son de 0,03%; mientras que los resultados obtenidos en esta investigación en promedio no superan 0,003% como lo muestra el cuadro 3, lo que coincide con los datos reportados por Giró (2011) que obtuvo 0,003%.

Cuadro 3. Valores promedios en porcentaje de macro y micronutrientes en las variantes de compost con y sin inoculante

| Tratamientos | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Zn | Cu | Fe | Mn |
|-----------------------|-----|------|------|------|------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 200 mL/m ³ | 1,5 | 0,23 | 0,78 | 1,73 | 0,53 | 0,056 | 0,0023 | 0,0068 | 0,0029 | 0,059 | 0,027 |
| 300 mL/m ³ | 1,5 | 0,21 | 0,78 | 1,67 | 0,50 | 0,043 | 0,0021 | 0,0068 | 0,0029 | 0,059 | 0,028 |
| 400 mL/m ³ | 1,4 | 0,26 | 0,79 | 1,85 | 0,54 | 0,057 | 0,0026 | 0,0069 | 0,0029 | 0,059 | 0,028 |
| 0 mL/m ³ | 1.1 | 0,24 | 0,77 | 1,64 | 0,51 | 0,053 | 0,0025 | 0,0071 | 0,0033 | 0,061 | 0,030 |

Se realizó el análisis comparativo de cada elemento entre los tratamientos y el testigo, lo cual indicó que tan solo en el nitrógeno se encontró diferencia estadística entre los tratamientos vs el testigo; los demás tratamientos fueron

estadísticamente iguales de acuerdo a las medias estipuladas por el test de tukey.

c) PARÁMETRO FITOTÓXICO

Las pilas de compostajes inoculadas con la dosificación 400 mL/m³ de inoculante tuvo menores propiedades fitotóxicas y por ende el mayor porcentaje de germinación de semillas (cuadro 4). Los efectos fitotóxicos de un material orgánico inmaduro se deben a diversos factores, entre los cuales destacan los contenidos de amonio, de ácidos volátiles orgánicos, de metales pesados y de sales; estas sustancias, en elevadas concentraciones, pueden generar efectos perjudiciales en el desarrollo de las plantas, inhibiendo la germinación de semillas o el crecimiento de raíces por lo que es altamente riesgosa su utilización en cultivos (Varnero *et al.*, 2007).

Cuadro 4. Índice de germinación de semillas de lechuga en compost con y sin inoculante

| Tratamientos | semillas sembradas | % de germinación | longitud de raíces en cm |
|-----------------------|--------------------|------------------|--------------------------|
| 0 mL/m ³ | 50 | 28 | 1,2 |
| 200 mL/m ³ | 50 | 65 | 2,4 |
| 300 mL/m ³ | 50 | 80 | 3,2 |
| 400 mL/m ³ | 50 | 95 | 4.0 |

Los porcentajes de germinación de semillas de lechuga en compost de buena calidad son mayores al 90%, lo cual indica que la mejor dosificación del inoculante microbiano conformados por *B. cereus*, *T. longibrachiatum* y *T. harzianum* es de 400 mL/m³, de acuerdo a los indicadores señalados por el INN, (2003).

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El compost inoculado con 400 mL/m³ del Biopreparado, obtuvo las mejores condiciones de calidad para su uso agronómico por tener mejores niveles de macronutrientes, adecuado contenido de MO, temperatura y pH apropiado, y alcanzar mayor porcentaje de germinación de semillas indicadoras de fitotoxicidad.

- El inóculo microbiano compuesto por *B. cereus*, *T. longibrachiatum* y *T. harzianum* aplicados en el fase de estabilización del proceso de compostaje de cáscara de maní y porquinaza con cascarilla de arroz, influyeron en el nivel de maduración del compost debido a que los residuos orgánicos agropecuarios sí se lograron mineralizar.

RECOMENDACIONES

- Continuar con la validación del inóculo microbiano en el proceso de compostaje de otros residuos orgánicos, ensayando variantes de aplicación (dosis, momentos).
- Emplear inóculos nativos en los procesos de compostaje.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, A. y Guzmán, G, 2010. Buenas Prácticas en Producción Ecológica. (En línea). Consultado el 07/06/2016. Formato PDF. Disponible en la web: <http://www.magrama.gob.es>
- Canet, R. 2003. Uso de la materia organica en la agricultura. (En línea). Consultado 5 de mayo de 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://docplayer.es/324382-Uso-de-materia-organica-en-agricultura-rodolfo-canet-castello-instituto-valenciano-de-investigaciones-agrarias.html>
- Cano, M. A. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, Trichoderma spp. y Pseudomonasspp. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica Vol. 14. Nº 2. p 15-31.
- Cariello, M; Castañeda, L; Riobo, I. y González, J. 2007. Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos. Revista C.Suelo Nutr. Veg. Vol. 7. Nº 3. p 26-37.
- CONAMA (Comision Nacional del Medio Ambiente). 2000. Departamento descontaminacion, planes y normas. (En línea). Consultado 06 de junio de 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/normas/Norma%20calidad%20COMPOST.pdf>.
- CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. 2008. Elementos constitutivos del estado (derechos). (En línea). Consultado 06 de junio de 2016. Formato Microsoft Word. Disponible en: http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/CONSTITUCION_DE_LA_REPUBLICA_DEL_ECUADOR_20081.pdf
- Estación Agrometereologica. (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López). 2015.

- Fuentes, A.; Llorens, M.; Saez, J.; Aguilar, M.I.; Ortuño, J.F.; Meseguer, V.F. 2004. Fitotoxicidad y metales pesados especiación de los lodos de depuración estabilizados. Diario de materiales peligrosos, v.108, p.161-169.
- García, D. Lima, C. Gutierrez, L. Peñalver. L, 2014. Métodos y parámetros para determinar la madurez en el compost a nivel de fincas. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente. Nº 26. p 1-11
- Giró, F. 2011. El compostaje proceso de mineralización de la materia orgánica. 4ª jornada técnica sobre la gestión de residuos municipales. UPC-EMMA BARCELONA, 19 de diciembre de 2010.
- Guzmán-Cedeño, A. M. 2015. Comportamiento del compost de residuos agropecuarios con la inoculación de un preparado microbiano autóctono de Manabí, Ecuador. Tesis. Ph.D. Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas. Matanzas. Cuba, CU. pp. 100.
- Guzmán, A. Zambrano, D. Rivera, R. Rondón, A. J. Laurencio, M. y Quintana, M. 2014. Aislamiento y selección de bacterias autóctonas de Manabí-Ecuador con actividad celulolítica. Cuba. CU. Revista Cultivos tropicales. Vol. 36. Nº 1. p 5-14.
- Sharma, E. 2000. Inoculo microbiano. (En línea). EC. Consultado 12 de mayo 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Preparaci%C3%B3n-De-Inoculo-Microbiano/23905149.html>
- Hill, J. W. y D. K. Kolb. 1999. Química para el nuevo milenio. México .8 º ed. p. 704
- INN (Instituto Nacional de Normalización). 2003. Proyecto de Norma Chilena de calidad de compost. (En línea). Consultado 20 de junio 2016. Formato PDF. Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articles-32296_norma.pdf.
- Jácome. G. 2011. Elaboración de compost utilizando cabello humano y aplicando dos fuentes de microorganismos: Microorganismos Eficientes (EMs) y *Trichoderma spp*, como agentes aceleradores de compostaje. (En línea). Consultado 05 de junio de 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://181.198.77.140:8080/bitstream/123456789/29/2/123%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>.
- Kiera, M. 2009. A Simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. Journal of Molecular Evolution. Vol. 16. p 111-120.
- Lambin X, 2001. Cambios en el uso del suelo y cobertura natural. (En línea). Consultado 05/06/2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.abdn.ac.uk/lambin-group/People%20pages/xavierlambin.html>
- Linares C. M. 2004. Uso, manejo y conservación de los suelos. 1ra ed. La Habana. Cuba. Pb.
- Martínez H.; Fuentes, J.P.; Edmundo E.; Acevedo H. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. Journal Soil Science Plant Nutrition 8(1): 68-96.

- Moreno, J. 2008. Compostaje. Ediciones mundi-prensa. (En línea). Consultado, 17 de mayo 2016. Formato PDF. Disponible en <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=APuzwas6rrcC&oi=fnd&pg=PA4&dq=compostaje+moreno+2008&ots=BQTrOrrO4&sig=fqcsdZ2y0bfTaihp4BV5DNai4Uw#v=onepage&q=compostaje%20moreno%202008&f=false>
- Mosquera, B. 2010. Abonos orgánicos (En línea). Consultado 13 de mayo 2015. Formato PDF. Disponible en: www.fonag.org.ec
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Da Fonseca, G.A. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. Vol. 403. p 853-858
- Ortiz, F. 2010. Manual de elaboración de composta. (En línea). Consultado 25 de mayo de 2016. Formato PDF. Disponible en: http://www.metrocert.com/files/Manual_de_elaboracion_de_composta.pdf
- Pérez, A. Céspedes, C. Núñez, P. 2008. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *Revista J. Soil Sc. Plant Nutr.* Vol. 8 N° 4. p 10-29.
- Quinchia, A.; Carmona, D. 2004. Factibilidad de disposición de los biosólidos generados en una planta de tratamiento de aguas residuales combinada. *Rev. EIA*. Vol. 2. p 89-108.
- Rosal, A. Pérez, J. Arcos, M. y Dios, M. 2007. La Incidencia de Metales Pesados en Compost de Residuos Sólidos Urbanos y en su uso Agronómico en España Universidad de Córdoba. *Revista Información Tecnológica*. Vol. 18 N° 6 p 75-82.
- Sánchez, E. 2011. Porquinaza. (En línea). Consultado 16 de mayo 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/53113105>.
- Sierra C. Rojas. C, 2009. La materia orgánica y su efecto como enmienda y mejora del rendimiento de los cultivos. (En línea). Consultado 08 de junio. Formato PDF. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR28122.pdf>
- Tierra, S, 2010. Evaluación nutricional de compost provenientes de cuatro desechos orgánicos frente a la aplicación de eco-abonaza en cultivo de lechuga. Riobamba. (En línea). Consultado 2 de junio de 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/676/1/13T0699%20TIERRA%20SUSANA.pdf>
- Tiquia C., George, A., Clissiane, S.V.P., Alexandra, N., Thiago, J.O.R. 2006. Marcelo, F. Produção de enzimas fúngicas por fermentação em estado sólido da palma doce (*Nopalea cochinellifera*). *Revista Estudos Ambientais*. Vol.14. N° 3. p 23-30.
- Turan, M., Matías, P., Arrigo. P. 2009. Influencia de la inoculación de microorganismos sobre la temperatura en el proceso de compostaje. *Ciencia del Suelo*. Vol 26. N° 1. p 41-50.
- Varnero, M., Rojas, C. y Orellana, R. 2007. Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. *Revista.C.Suelo Nutr. Veg.* Vol. 7. N° 1. p 28-37.
- Vélez L, 2009. Investigación aplicada en el trabajo de campo. (En línea). Consultado 06/06/2016. Formato HTML. Disponible en: <http://www.academia.edu>