



Siembra
ISSN: 1390-8928
ISSN: 2477-8850
siembra.fag@uce.edu.ec
Universidad Central del Ecuador
Ecuador

Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero

Aguilar Jiménez, Carlos Ernesto; Alvarado Cruz, Itzayara; Martínez Aguilar, Franklin B.; Galdámez, José Galdámez; Gutiérrez Martínez, Antonio; Morales Cabrera, Juan Alonso

Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero

Siembra, vol. 3, núm. 1, 2016

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653869225003>

DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.211>

Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero

Assessment of three organic fertilizers on coffee (*Coffea arabica* L.) in nursery stage

Carlos Ernesto Aguilar Jiménez

Universidad Autónoma de Chiapas, México

Itzayara Alvarado Cruz

Universidad Autónoma de Chiapas, México

Franklin B. Martínez Aguilar

Universidad Autónoma de Chiapas, México

José Galdámez Galdámez

Universidad Autónoma de Chiapas, México

Antonio Gutiérrez Martínez

Universidad Autónoma de Chiapas, México

Juan Alonso Morales Cabrera

Universidad Autónoma de Chiapas, México

Siembra, vol. 3, núm. 1, 2016

Universidad Central del Ecuador,
Ecuador

Recepción: 06 Abril 2016
Aprobación: 04 Junio 2016

DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.211>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653869225003>

Resumen: La investigación se realizó en Villaflores, Chiapas, México, localizado entre los paralelos 16° 15' 14" de latitud Norte y en el meridiano 93° 15' 22" de longitud Oeste, con una altitud de 557 msnm y clima cálido subhúmedo. El objetivo fue evaluar la respuesta de las plantas de café en etapa de vivero, manejadas bajo el enfoque ecológico, a la utilización de tres abonos orgánicos (composta, bocashi y vermiabono) empleados bajo diferentes proporciones (25%, 50%, 75% y 100%). El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con el arreglo de tratamientos bifactorial con 13 tratamientos y tres repeticiones, haciendo un total de 39 unidades experimentales, cada unidad experimental constó de 30 plántulas establecidas en bolsa de vivero de 13*20 cm. Los resultados indican que los abonos orgánicos composta y bocashi mostraron los mejores beneficios en la producción de plantas de café en la etapa de vivero, sobresaliendo las proporciones de 25% y 50%. Para el número de hojas la proporción que acumuló la mayor cantidad fue 50% de composta; para esta misma proporción se cuantificó el mayor peso seco y verde de raíz, tallo y hojas, por lo que se considera como uno de los tratamientos más pertinentes para la producción de plántulas de café en la etapa de vivero.

Palabras clave: café, abono, orgánico, plántula, vivero.

Abstract: The research was carried out in Villaflores, Chiapas, Mexico, which is located between parallels 16° 15' 14" North latitude and the meridian 93° 15' 22" of West longitude, with an altitude of 557 meters above sea level and has a warm humid climate. The objective of this research was to assess the response of coffee plants in nursery stage, managed under an organic approach, by using three organic fertilizers (compost, bocashi and vermicomposting) employed at different proportions (25%, 50%, 75% and 100%). The experimental design was a completely randomized with an array of bifactorial treatments with 13 treatments and three repetitions, making a total of 39 experimental units, each of which was of 30 seedlings settled up in nursery bags of 13*20 cm. The results display that compost and bocashi showed the best benefits in the production of coffee plants in the nursery stage, under proportions of 25% and 50%. For the number of coffee leaves the proportion that accumulated the most was 50% of compost; this same proportion obtained the highest dry weight and green weight on root, stem and leaves,

so it is considered as one of the most appropriate treatments for the production of coffee seedlings at the nursery stage.

Keywords: coffee, manure, organic, seedling nursery.

1. Introducción

La agricultura orgánica es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, incluyendo la biodiversidad agrícola, los ciclos biológicos y la conservación sistemática de los recursos naturales; hace hincapié en el uso de prácticas de gestión agroecológica, con preferencia en la utilización de insumos agrícolas locales. Esto se consigue aplicando, siempre que sea posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema productivo (FAO, 2002). El objetivo de la agricultura orgánica no es solo lograr que no se empleen sustancias auxiliares de producción tales como agroquímicos, o que dichos productos sean sustituidos por otros que estén admitidos en la agricultura ecológica. La agricultura orgánica se desarrolló en base a diversas ideologías, modos de pensar y motivaciones de política agraria. Estas corrientes tienen una meta en común, lograr un método de producción agrícola que pueda producir alimentos sanos cuidando al máximo posible los ecosistemas naturales (TGZ, 2004).

El enfoque de la producción ecológica se sustenta en la utilización de las prácticas agroecológicas, su utilización combinada constituye la mejor estrategia para fundamentar los procesos productivos en las regiones tropicales (Aguilar, 2014). Las técnicas básicas usadas en la agricultura orgánica son de vital importancia, entre ellas destaca el uso de los abonos orgánicos para mejorar la fertilidad de los suelos agrícolas, cuyos beneficios generan un crecimiento vigoroso de raíces, follajes, floración y fructificación lo que permite a las plantas ganar mayor resistencia contra plagas y enfermedades, además de ayudarles a una rápida recuperación después de la cosecha, esto es en el caso de plantas perennes, como frutales, y algunas especies de hortalizas, medicinales y florícolas; además los abonos orgánicos presentan un pH entre los valores de 5 a 7, el cual se puede manejar fácilmente (Garibay, 2003).

Los abonos orgánicos son un conjunto de materiales biodegradables ricos en bacterias nitrificantes y microorganismos activos que permiten una mayor disponibilidad de micro y macro nutrientes como: N, P, K, Ca, Mg, Mn, en forma proteínica (electrolitos) lo que evita su lixiviación y garantiza la fertilidad permanente del suelo para los cultivos (Fernández, 2009). La aplicación de materia orgánica a los suelos agrícolas aumenta la actividad de las fosfatasas al estimular la biomasa microbiana y la secreción de las raíces. La fosfatasa ácida es influenciada por la fisiología de la planta y el suministro de P inorgánico, su actividad disminuye con la edad y aumenta cuando hay deficiencia de P (Cruz-Flores *et al.*, 2005). El reciclaje de los desechos sólidos biodegradables en la producción de abonos orgánicos usados en la agricultura tropical,

es una alternativa viable (Salas y Ramírez, 2001). Esta posibilidad se incrementa potencialmente en las regiones tropicales, en donde las dinámicas naturales y socioeconómicas posibilitan la disponibilidad de abundantes residuos que pueden ser transformados en abonos orgánicos, a través de técnicas de fermentación aeróbica, como son el compostaje, el bocashi y el lombricompostaje.

El compostaje es un proceso aeróbico de transformación de residuos orgánicos, animales y vegetales, que ocurren constantemente en la naturaleza bajo la acción de lombrices, bacterias y hongos descomponedores de la materia orgánica (Fortis-Hernández *et al.*, 2009). El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor importancia como medio eficiente de reciclaje racional de nutrimentos, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo (Cerrato *et al.*, 2007). El vermiabono es el abono elaborado mediante la descomposición de la materia orgánica realizada por la lombriz coqueta roja (*Eisenia fetida* S.), una especie que presenta una mayor reproducción y mejores condiciones de manejo en cautiverio. Cada lombriz adulta, se come en promedio un gramo de materia orgánica por día y devuelve algo más de la mitad de ese gramo convertido en abono (Capistrán *et al.*, 2004). Como alimento se pueden usar todos los residuos orgánicos provenientes de cosechas, estiércol de animales, pero lo mejor es alimentarlas con materiales previamente composteados (Castro, 2001). El bocashi es un abono orgánico producto de un proceso controlado de fermentación aeróbica de residuos orgánicos, a través de microorganismos quimioorganotróficos presentes en los residuos, el cual ejerce una acción positiva sobre el mejoramiento de la fertilidad del suelo, ya sea física, química o biológica (ICA, 2003).

El cultivo de café representa un sistema de producción fundamental en la economía de miles de familias agricultoras mexicanas. En la actualidad, México ocupa el 9° lugar en la producción mundial de café con casi 3.6 millones de sacos, de los cuales el 62% se exporta, es decir, casi 2 de 3 granos de café. La superficie total de producción es de 697 mil 366 hectáreas pertenecientes a 511.669 productores. Del total de la superficie de café, el 97% corresponde a las variedades arábicas y un 3% a las robustas, estas últimas destinadas a la industria de los solubles. En la última década, los niveles de producción se han mantenido en un promedio de 3.6 a 4 millones de sacos (SAGARPA, 2015).

México ocupa el segundo lugar mundial de producción de café orgánico, destacando como principales estados productores: Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Puebla, con una producción de 350 mil sacos de 60 kilos de café verde. SAGARPA (2015) indica que el valor de las exportaciones es de un promedio de 900 millones de dólares. México ha sido pionero en la exportación de café orgánico y es el líder mundial en comercio justo (Giovannucci y Juárez, 2006).

El estado de Chiapas, localizado al sur de México, es el principal productor de café orgánico a nivel nacional, acumulando aproximadamente 150.000 hectáreas manejadas por 175.000 productores

(CONCAFE, 2007). A pesar de esta importancia socioeconómica no existen trabajos locales con rigor científico en donde se hayan evaluado localmente los diferentes tipos de abonos orgánicos y su proporción adecuada para producir las mejores plántulas en etapa de vivero. El objetivo de la presente investigación es evaluar la respuesta de las plántulas de café en etapa de vivero a tres abonos orgánicos (composta, bocashi y vermiabono) usados bajo diferentes proporciones (25%, 50%, 75% y 100%); teniendo como hipótesis que con las proporciones de 50% de los abonos orgánicos más 50% de suelo, se obtendrán mejores plantas de café en la etapa de vivero.

2. Materiales y métodos

El experimento se estableció en el Centro Universitario de Transferencia de Tecnología San Ramón, propiedad de la Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V de la Universidad Autónoma de Chiapas, que se localiza en el municipio de Villaflores, entre los paralelos 16° 15' 14" de latitud Norte y en el meridiano 93° 15' 22" de longitud Oeste, con una altitud de 557 msnm y clima cálido subhúmedo con lluvias en verano que acumulan 1.200 mm en promedio (AW1) (w) (i)g (Figura 1) (García, 1987). El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar, con arreglo de tratamientos bifactorial utilizando tres tipos de abonos orgánicos (composta, bocashi y vermiabono), cada abono orgánico empleado en cuatro proporciones, 100%, 75%, 50% y 25 %, los cuales se completaron con el sustrato que típicamente utilizan los viveros de la Depresión Central de Chiapas, consistente en mezclar arena más suelo de vega (aluvial), adicionalmente se incluyó un tratamiento con el sustrato testigo. En total hubo 13 tratamientos experimentales, con tres repeticiones, cada repetición estuvo formada por 10 plántulas de café. En total se tuvo 390 plántulas de café para todo el experimento distribuidas en 39 unidades experimentales.

El trabajo de campo consistió, primeramente, en la preparación de los abonos orgánicos y el sustrato testigo, para este último se utilizó arena de río y suelo de vega (aluvión) a una proporción del 50% para ambos. La elaboración de la composta se realizó mezclando materiales locales consistentes en estiércol bovino, paja seca molida, hojarasca en descomposición (microorganismos de montaña), ceniza de fogón y agua. El proceso tuvo una duración de 60 días aproximadamente, cuyo manejo consistió en aplicar riegos y movimiento periódicos. Para la elaboración del bocashi se utilizaron como materiales: estiércol seco de ganado bovino, paja seca molida, suelo de vega (aluvión), maíz molido, melaza, levadura, carbón molido y agua; se mezclaron homogéneamente todos los materiales agregando abundante agua solo durante su elaboración, y el manejo consistió en moverlo dos veces de manera diaria, durante los 15 días de su fermentación. El vermiabono fue producto de la descomposición final de estiércol de ganado bovino precompostado, realizado por la lombriz coqueta roja (*Eisenia fetida* S.).

Una vez elaborados los sustratos orgánicos, se procedió a completar las proporciones señaladas, además del tratamiento testigo. Se llenaron las bolsas de polietileno de cada unidad experimental, cuyas dimensiones fueron 13*20 cm. Una vez llenas las bolsas con el sustrato correspondiente para cada tratamiento, se trasplantaron las plántulas de cafeto de la variedad Oro Azteca, las cuales estuvieron en etapa de soldadito (cuando las hojas cotiledóneas están desarrolladas). Al último se realizó un riego homogéneo y se acomodó de acuerdo el diseño experimental. El manejo consistió en regar de manera uniforme y sistemática a las plántulas, de acuerdo con los requerimientos del cultivo. El experimento duró en total 180 días aproximadamente.

Las variables evaluadas fueron altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas y peso verde y seco de hojas, tallos y raíz. Se realizó un análisis estadístico con las variables colectadas en la fase de campo, consistente en análisis de varianza y la prueba de rango múltiple medias de Tukey (0,05). El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS.

3. Resultados y discusión

Para la variable altura de planta se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, la prueba de medias señaló que el tratamiento de 25% composta fue estadísticamente superior; mientras que el tratamiento 100% vermiabono fue inferior (Figura 1). Estos resultados nos señalan que las diferentes concentraciones de composta no afectan las primeras etapas de crecimiento del cafeto en etapa de vivero, mientras que el abono orgánico tipo vermiabono en proporciones altas puede limitar la altura, lo cual se debe a que este último constituye un material con un proceso bioquímico avanzado, por efecto del tracto digestivo de las lombrices, y que impactan en el crecimiento de las plantas. En este sentido el ICA (2003) menciona que cuando las condiciones ambientales son favorables para el crecimiento rápido de la planta, los sustratos favorecen una disponibilidad de nutrimentos en la materia orgánica incorporada. El tratamiento de 75 % de bocashi todas las plántulas perecieron para la quinta lectura (debido a un problema no determinado, pudiendo ser de origen químico o biológico).

La variable diámetro de tallo indicó diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, el tratamiento de 50 % de bocashi, fue estadísticamente superior mientras que el tratamiento 100% de vermiabono cuantificó el menor grosor (Figura 2). Estos resultados se relacionan con los beneficios que ofrece el abono orgánico tipo bocashi como mejorador de la fertilidad física, química y biológica del sustrato, mismo que al combinarse en las proporciones experimentadas con el sustrato convencional, aportó cantidades adecuadas de nutrimentos que favorecen al desarrollo de las plántulas de cafeto en sus primeras etapas de vivero en bolsas de polietileno, en especial en el espesor de los tallos, lo cual constituye una característica deseable de los especímenes que se sembrarán en los campos de cultivo. La cantidad adecuada de abono

orgánico tipo bocashi usado como sustrato en vivero para un cultivo en específico, está determinado por contenido nutrimental del mismo y por las demandas de la especie cultivada, que variará de acuerdo a la etapa fenológica (Castro *et al.*, 2009).

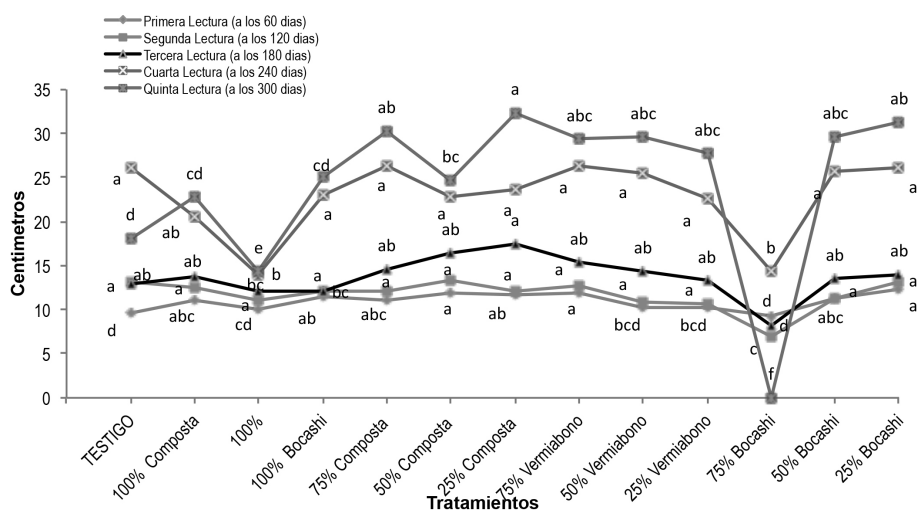


Figura 1
Altura de plántulas de cafetos.

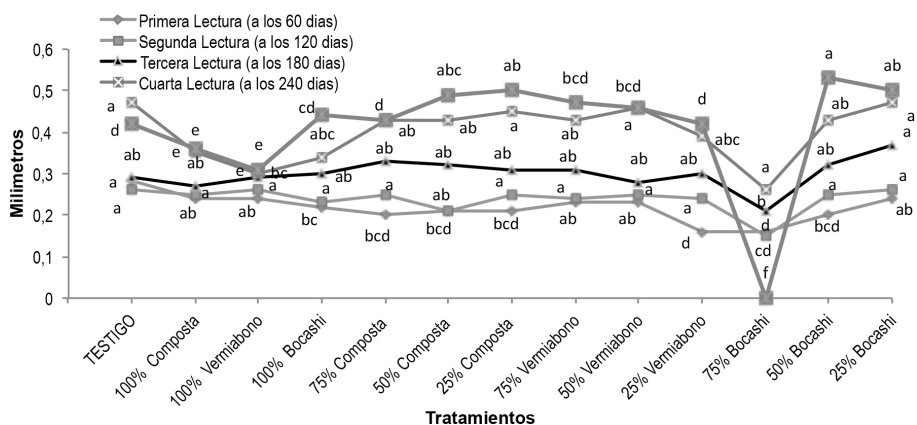


Figura 2
Diámetro de tallo de plántulas del café.

Para número de hojas se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados para las últimas etapas de desarrollo de las plántulas (cuarta y quinta lectura), la proporción con 50 % de composta fue estadísticamente superior, mientras que el menor follaje se determinó con el 100 % de vermiabono (Figura 3). Estos resultados señalan la efectividad de combinar en una misma proporción la composta con el sustrato convencional, ya que este abono favorece de manera rápida el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del sustrato, es específico el nitrógeno que promueve un adecuado desarrollo foliar de las plantas de café, así mismo aumentan los microorganismos benéficos, los cuales protegen a las hojas y por ello existe mayor cantidad de biomasa; se puede afirmar que los abonos orgánicos aumentan la producción de hojas por los siguientes factores: mejoran la estructura del suelo, previenen el estrés hídrico al conservar la humedad, almacenan y liberan lentamente

nutrimentos en forma disponible para las plantas y activan la microflora benéfica (Eghball *et al.*, 2004). El abono orgánico tipo compost favorece la presencia de microorganismos benéficos, los cuales a su vez protegen la hoja de microorganismos patógenos como las cenicillas, royas y bacterias (Mardhu, 2008).

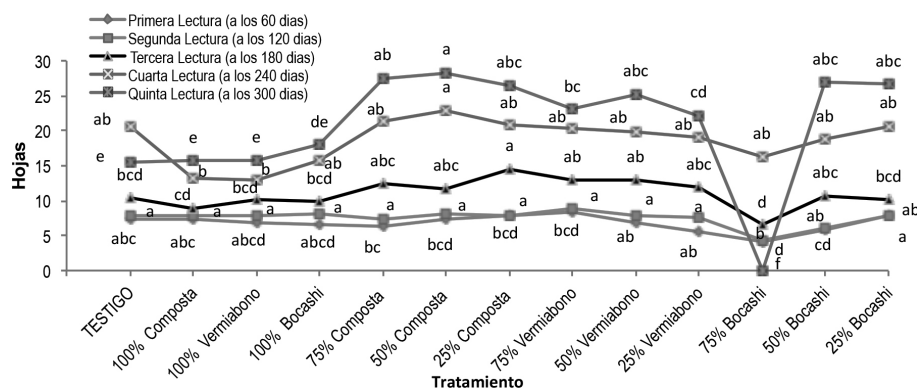


Figura 3.

Número de hojas de plántulas del cafeto.

Para la variable peso verde de raíz se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, los tratamientos 50 % y 25 % de composta fueron estadísticamente superiores mientras que el mejor peso se determinó con el sustrato de 100 % de vermiabono (Figura 4). Lo anterior nos indica que al usar en una proporción excesiva al vermiabono, se promueven condiciones que limitan el desarrollo del sistema radicular del cafeto, fundamentalmente por el exceso de materia orgánica, debido a que las defecaciones de la lombriz contienen abundantes nutrimentos, especialmente nitrógeno, el cual puede llegar a afectar a las raíces disminuyendo su crecimiento y volumen (Almendros, 2000). La utilización balanceada de los abonos orgánicos constituye la estrategia agroecológica más pertinente en las regiones tropicales, requiriendo estudios específicos para determinar las mejores proporciones para cada cultivo, lo cual estará determinado por la calidad del abono orgánico y las demandas específicas de la especie cultivada. Estos resultados concuerdan con Cerrato *et al.* (2007) quienes indican que el aprovechamiento de los residuos orgánicos cobra cada día mayor importancia como medio eficiente de reciclaje racional de nutrientes, que ayudan al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo. Para peso de seco de raíz se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, encontrándose la misma tendencia que en peso verde de raíz (Figura 5).

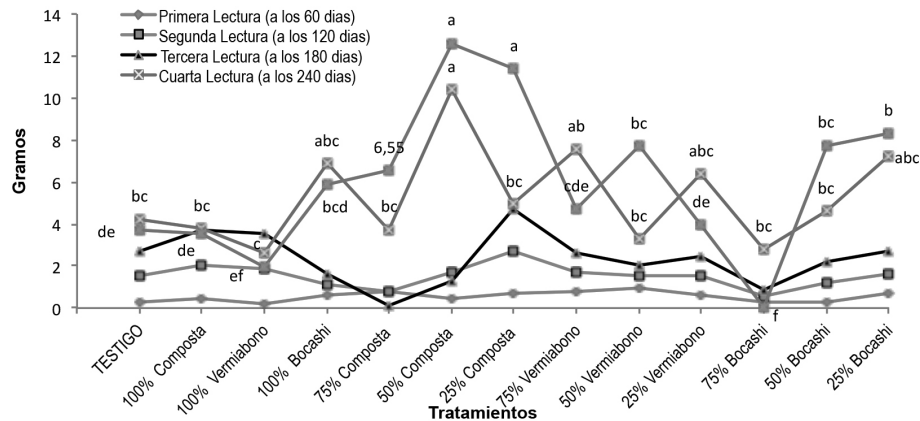


Figura 4.
Peso seco de raíz de plántulas del cafeto.

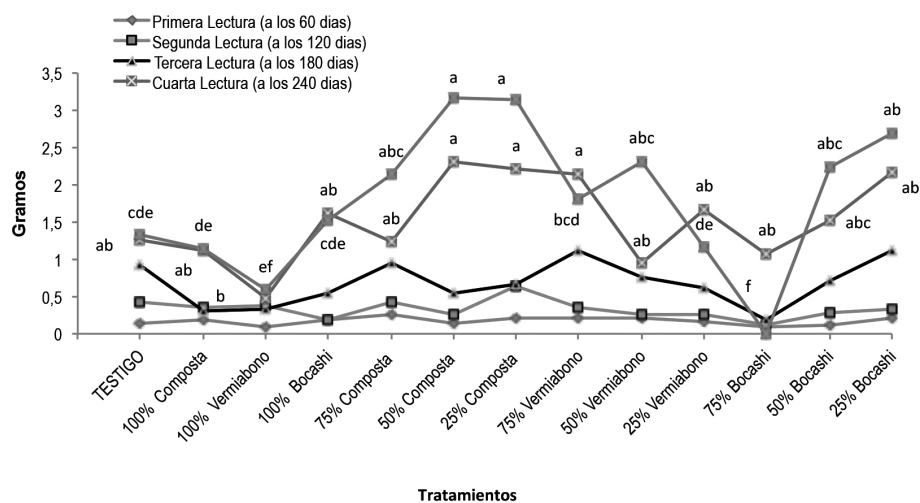


Figura 5.
Peso verde de raíz de plántulas del cafeto.

Para el variable peso de tallo verde se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados; los tratamientos 50 % y 25 % de composta fueron estadísticamente superiores mientras que el más bajo fue el 100 % de vermiabono (Figura 6). Esto nos demuestra que la una proporción balanceada de compost constituye la mejor estrategia de uso de esta tecnología agroecológica, cuando se producen plántulas de cafeto en vivero, debido a que esta mejora la actividad biológica del suelo, especialmente con aquellos organismos que convierten la materia orgánica en humus y nutrientes disponibles para las plantas. Valcab (2012) indica que los abonos orgánicos contienen abundante materia orgánica, así como otros nutrientes, destacando nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y hierro, necesarios para la vida de las plantas en sus primeras etapas de desarrollo. El peso seco del tallo cuantifico resultados similares (Figura 7).

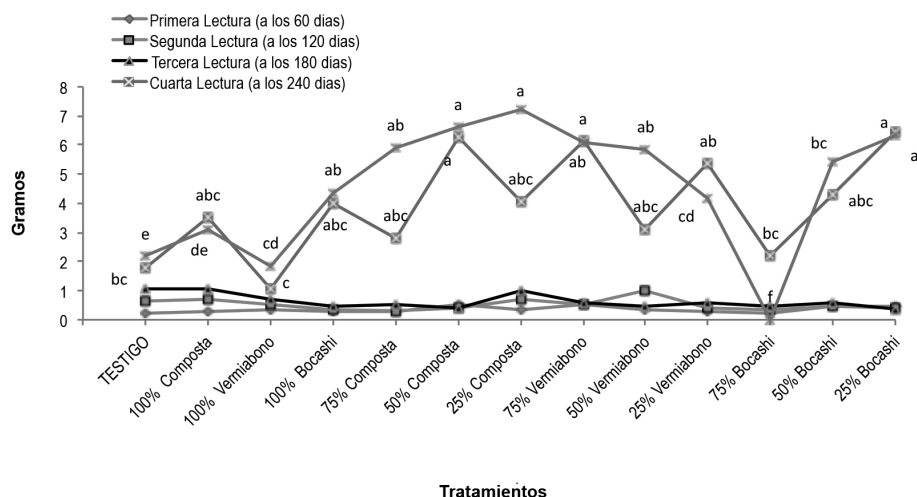


Figura 6.
Peso verde de tallo de plántulas del café.

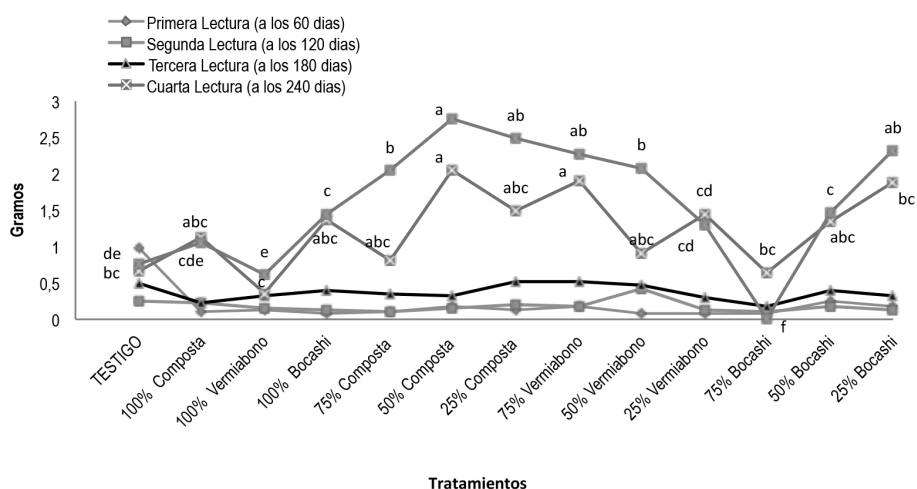


Figura 7.
Peso seco de tallo de plántulas del café.

Para las variables peso verde y seco de hojas se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados; la prueba de medias señaló que el tratamiento 50 % de composta, fue estadísticamente superior, mientras que el menor peso se determinó con el 100 % de vermiabono (Figuras 8 y 9). Estos resultados son efecto de la gran cantidad de nutrimentos que aporta la composta, especialmente el nitrógeno, lo cual ayuda a incrementar el crecimiento vegetativo, fomentando la actividad fotosintética del cultivo cuando acumula mayor producción de hojas. Sin embargo, el uso del humus de lombriz en una proporción alta, origina exceso de materia orgánica y nutrimentos que perjudican de manera directa al cultivo del café, específicamente al desarrollo de las hojas, las cuales llegan a perecer por efecto de alta acumulación. Esto concuerda con Álvarez *et al.* (2010) quienes mencionan que el uso de los abonos orgánicos en cantidades excesivas, puede prolongar el período de crecimiento de los cultivos en etapa productiva, retrasando su madurez fisiológica, ya que es el nitrógeno el que proporciona vigor a las plantas y abundancia de hojas; mientras que en la etapa de vivero, el efecto es más

dañino toda vez que puede limitar el crecimiento de las plántulas y en el peor de los casos las plantas pueden perecer.

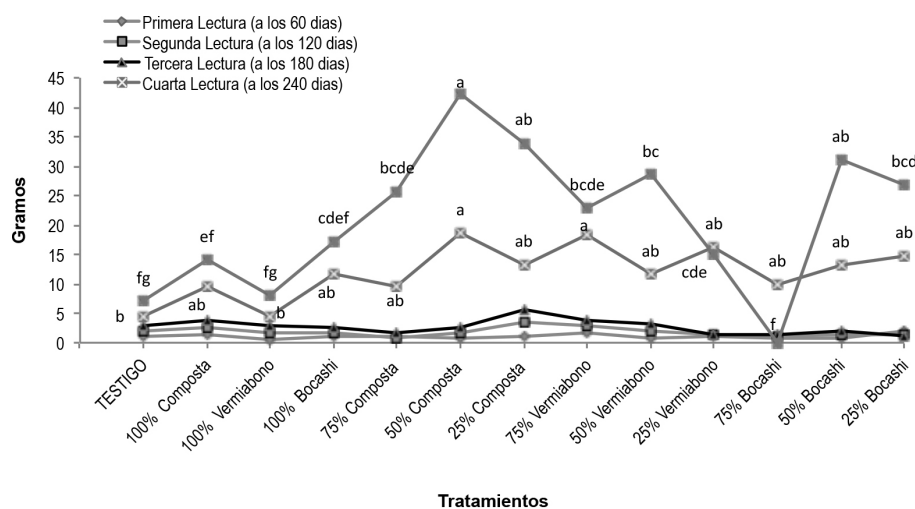


Figura 8.

Peso verde de hojas de plántulas del cafeto.

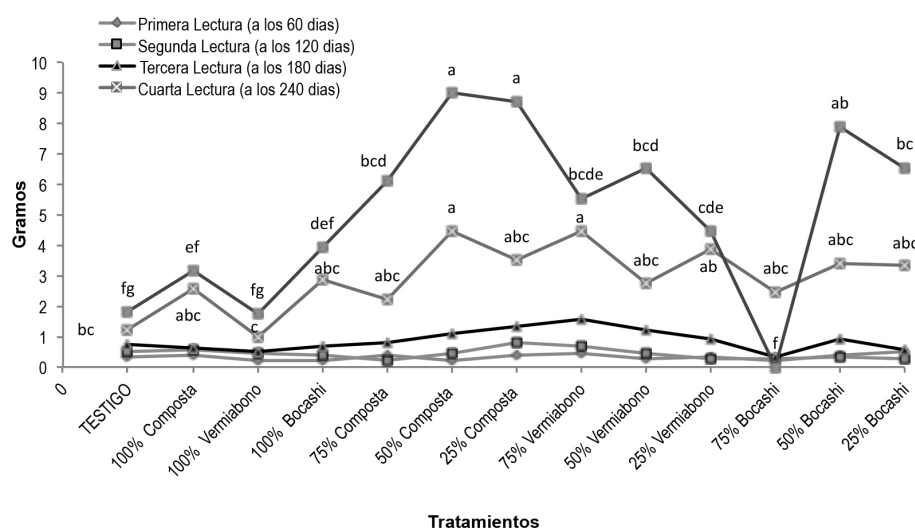


Figura 9.

Peso seco de hojas de plántulas del cafeto.

4. Conclusiones

Los abonos orgánicos tipo composta y bocashi mostraron mejores beneficios en la producción de plantas de café en la etapa de vivero, sobresaliendo las proporciones de 25 % y 50 % del volumen del sustrato, por lo que no se rechaza la hipótesis de investigación. Para altura de planta el mejor tratamiento fue el de 25 % de composta y 75 % de suelo, el cual obtuvo 32,33 cm superando a las demás proporciones. Para diámetro de tallo el que mejor se comportó fue el tratamiento de 50 % de bocashi y 50 % de suelo el cual cuantificó una media de 0,53 cm superando a las demás proporciones. Para el número de hojas la proporción que acumuló la mayor cantidad fue 50 % de composta y 50 % de suelo el cual obtuvo una media de 28,35. Esta misma proporción fue la que cuantificó la mayor

cantidad de peso seco y verde de raíz, tallo y hojas, por lo que se considera uno de los tratamientos más sobresalientes. El vermiabono no sobresalió en ninguna proporción evaluada para las variables consideradas en la presente investigación.

Referencias

- Aguilar, C. E. (2014). *La agricultura sostenible en el Valle del Tulijá, Chiapas, México*. Universidad Autónoma de Chiapas. México. 183 p.
- Almendros, G. M. (2000). Proceso de transformación de la materia orgánica en ecosistemas agrícolas e inalterados, pp. 330-343. En: Quintero-Lizaola, R., T. Reyna-Trujillo, L. Corlay-Chee, A. Ibáñez-Huerta y N. E. García-Calderón (eds.). *La edafología y sus perspectivas en el siglo XXI*. Tomo 1. Colegio de Postgraduados-Universidad Nacional Autónoma de México-Universidad Autónoma Chapingo. México, D.F.
- Álvarez-Solís, A. D., Gómez-Velazco, D. A., León-Martínez, N. S. & Gutiérrez-Miceli, F. A. (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*, 44 (5), 575-586.
- Comisión para el Mejoramiento del Café de Chiapas (COMCAFE). (2007). La cafeticultura chiapaneca. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *El campo en hechos*, 2, 28-29.
- Castro, A., Henríquez, C. & Bertsch, F. (2009). Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. *Agronomía Costarricense, Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(1), 31-43.
- Castro, M. (2001). *Abonos orgánicos para una producción sana*. Edit. Del Norte. San José, Costa Rica, pp. 8-12.
- Capistrán, F., Aranda, E. & Romero J. C. (2004). Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Instituto de Ecología A. C. México. 151 p.
- Cerrato, M. E., Leblanc, H. A. & Kameko, C. (2007). Potencial de mineralización de nitrógeno de bocashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. *Tierra Tropical*, 3, 183-197.
- Cruz-Flores, G., Flores-Román, D., Alcantar-González, G. & Trinidad-Santos, A. (2005). Fosfatasa ácida, nitrato reductasa, glutamina sintetasa y eficiencia de uso de fósforo y nitrógeno en cereales. *Terra Latinoamericana*, 23, 457-468.
- Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (TZG). (2004). *Agricultura Ecológica*. Disponible en: <http://www.tgz.de/en/>.
- Eghball, B., Ginting, D. & Gilley, J.E. (2004). Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. *Agronomy Journal*, 96, 442-447.
- Fernández, F. (2009). *La agricultura orgánica*. Disponible en: http://www.ecoportal.net/contenido/Temas_Especiales/Desarrollo_Sustentable/La_Agricultura_Organica.
- Fortis-Hernández, M., Leos-Rodríguez, J.A., Preciado-Rangel, P., Orona-Castillo, I., García-Salazar J.A., García-Hernández J.L. & Orozco-Vidal J.A. (2009). Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 329-336.

- Garibay, S.V. (2003). *La investigación en la agricultura orgánica y su importancia*. I Encuentro Mesoamericano y del Caribe y III Encuentro Costarricense de Agricultores Experimentadores e Investigadores en Producción Orgánica. Alajuela, Costa Rica, pp. 1-6.
- Giovannucci, D. & Juárez, C.R. (2006). *Análisis prospectivo de política cafetalera*. México. Proyecto Evaluación Alianza para el campo 2005. FAO. SAGARPA. 74 p.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2003). *Resolución ICA No. 150 del 21 enero 2003, por la cual se adopta el reglamento técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelos para Colombia*. Instituto Colombiano Agropecuario.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2003). *Agricultura orgánica*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Barcelona, España, pp. 25:30.
- Mardhu, L.E. (2008). *El cultivo del café*. Disponible en: <http://Por mis cafés-Cultivo del café>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2002). *Alimentos para siempre. La revolución verde*. Disponible en: <http://www.fao.org/kids/es/revolution.html>.
- Salas, E. y Ramírez, C. 2001. Determinación del N y P en abonos orgánicos mediante la técnica del elemento faltante y un bioensayo microbiano. *Agronomía Costarricense*. Vol. 25 (2). 25-34.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2015). *Convención internacional del café México 2015*. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/convencion-internacional-del-cafe-mexico-2015-2/>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2015). *Convención Internacional del Café, México 2015*. Subsecretaría de Agricultura. Dirección General de Productividad y Desarrollo Tecnológico.
- Valcab. (2012). *Historia del compostaje*. Disponible en: <http://valcap.es/html/consejos/consejos%20sobre%20jardineria/historia%20del%20compostaje.htm?ObjectID=1252>.