

Efecto de diferentes fuentes de abono orgánico y momentos de fertilización en el desarrollo de posturas de cafetos producidas en tubetes de 180 cm³ ¹

Norlan Morán-Rodríguez*, Felipe Martínez-Suárez* y Carlos Alberto Bustamante-González*

Resumen

El experimento se llevó a cabo en el vivero de la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, durante el período febrero-julio de 2017, con el objetivo de determinar el efecto de diferentes fuentes de abono orgánico y momentos de fertilización química en el desarrollo de posturas de cafetos de la especie Coffea arabica L. producidas en tubetes de 180 cm³ de capacidad volumétrica. En un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 4 x 3, se estudiaron cuatro fuentes de abono orgánico –Pulpa de café (PC), Cachaza (CZ), Estiércol vacuno (EV) y Humus de lombriz (HL)– y tres momentos de aplicación de fertilizante 7-14-7. Se conformaron 12 sustratos con 54 plantas cada uno. Se evaluaron las variables altura (cm), diámetro del tallo (cm), número de pares de hojas, área foliar (cm²) y masa seca (g). Los resultados de la investigación muestran que con el sustrato compuesto por suelo:humus de lombriz en la proporción 1:1, seguida de la aplicación de fertilizante licuado (5 cm³ por tubetes) 7-14-7 del segundo al sexto par de hojas, se obtiene el mejor desarrollo de las posturas según las variables analizadas. Se puede concluir además que cuando se usa humus de lombriz en el sustrato, independientemente del momento de la fertilización química estudiada, se producen posturas con buen desarrollo vegetativo.

Palabras clave: sustrato, fertilizante, café.

Abstract

The experiment was carried out in the Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente nursery, during February 2017 to July of the 2017 period, with the objective of determining the effect of different sources of organic manure and moments of chemical fertilization in the development of coffees postures of the Coffea arabica L. species produced in plugs of 180 cm³ of capacity bulk. In a design totally randomized with factorial arrangement 4x3, four sources of organic manure were studied –Pulp of coffee (PC), Filter cake (CZ), Bovine manure (EV) and Worm humus (HL)– and three moments of application of fertilizer 7-14-7. Twelve substratum with 54 plants each one were conformed. The variables were evaluated: height (cm), diameter of the shaft (cm), number of even of leaves, leaf area (cm²) and dry mass (g). The results of the investigation show that with the compound substratum for soil:worm humus in the proportion 1:1 followed by the liquefied fertilizer application (5 cm³ for plugs) 7-14-7 of the 2do. to the 6to. couple of leaves the best development in the postures is obtained according to the analyzed variables. It can also conclude that when worm humus is used in the substratum, independently of the moment of the studied chemical fertilization, postures be produced with good vegetative development.

Key words: substratum, fertilizer, coffee.

¹ Recibido: 4/10/2018

Aprobado: 17/1/2019

* Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, Santiago de Cuba. 2dojefe@tercerfrente.inaf.co.cu

Introducción

En la agricultura; a nivel mundial existen y son usados varios tipos de contenedores, entre los que se citan la bolsa de polietileno, maceteros, contenedor tipo libro, tubetes y *pellets*, cada uno de ellos con sus correspondientes cualidades y especificaciones que lo caracterizan. Un contenedor es aquel recipiente (orgánico y/o inorgánico) capaz de contener una pequeña cantidad de sustrato, que a su vez abastece a las raíces con agua, aire, nutrientes minerales, y además provee soporte físico mientras la planta permanece en el vivero (Lara, 2008).

Los tubetes fueron desarrollados por Estados Unidos en 1975 para la propagación de especies forestales. El tubete o cono macetero que es usado en la producción de posturas de café es un cono de polipropileno con capacidad entre los 110 y hasta los 280 cm³, con estrías internas a lo largo del tubo y abierto en la parte superior e inferior. Las estrías sirven para orientar las raíces hacia abajo y facilitan la separación del pilón de las paredes del cono cuando se trasplanta. La abertura inferior detiene el crecimiento de las raíces; una vez que estas llegan a la entrada de luz aumenta su crecimiento, produciéndose una especie de fotópoda que incrementa el volumen radicular. El orificio superior está rodeado por una pestaña o borde que sirve para que el tubete sea suspendido en estructuras o camas en forma de cuadrículas, lo que evita la reinfestación del sustrato ya tratado (Mendes, 1999 y Agromat EIRL, 2011).

La producción de posturas en tubetes plásticos proporciona una planta más vigorosa, con mejor desarrollo y más sana desde el punto de vista biológico, con un menor costo que cuando se obtiene por la tecnología tradicional; esto trae consigo un aumento de la productividad de las plantaciones cafetaleras y una disminución significativa en los gastos de inversión a mediano y largo plazo (Mendes, 1999; González, 2001 y Martínez, 2005).

La necesidad permanente de la caficultura nacional de aumentar su eficiencia productiva acompañada de reducción de los costos de producción anhela una mayor competitividad. Esto se logra con el desarrollo de nuevas tecnologías, buscando siempre innovaciones que propicien calidad en las posturas y reducción de costos. La forma más tradicional de producir posturas de cafetos es utilizando un sustrato constituido por una mezcla de tierra: materia orgánica 3:1, a la cual se le añade fertilizante y se acondiciona en bolsas plásticas de polietileno.

Actualmente en nuestra área se producen posturas de cafetos en tubetes con características comparables a las posturas producidas por el sistema tradicional (González, 2001 y Vallone *et al.*, 2010).

Para la producción de posturas en tubetes el sustrato ocupa la mayor atención, pues este deberá dar soporte para el desarrollo de la planta durante el período de su producción, propiciando una postura saludable con buen desarrollo radicular y buena relación parte aérea/raíz (Dias y De Melo, 2009). En este sentido existe una búsqueda del sustrato con características físicas y químicas deseables, nutrición equilibrada y tamaño de tubete adecuado para la producción de posturas de calidad que propicien buen prendimiento y desarrollo en el campo (Avilés, 2008 y Melo *et al.*, 2003).

En la actualidad son utilizados diversos materiales en confección de sustratos. Dentro de los más usados se encuentran la cáscara de pino y de eucalipto, el estiércol, verniculida expandida, tierra vegetal, fibra de coco, arena, bagazo de caña, paja de arroz carbonizada, entre otros materiales. Los sustratos no son suficientes para el ciclo de las posturas en función de la lixiviación y conductividad eléctrica. Debe ser utilizado un fertilizante de liberación controlada (período de liberación de cinco a seis meses), y puede efectuarse también la nutrición con formulaciones específicas para fertirriego atendiendo a las exigencias del cultivo (Mendes, 1999).

La investigación fue realizada con el objetivo de determinar el efecto de diferentes fuentes de abono orgánico y momentos de fertilización química en el desarrollo de posturas de cafetos de la especie *Coffea arabica* L. producidas en tubetes de 180 cm³ de capacidad volumétrica.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el vivero de la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, durante el período febrero-julio de 2017, utilizando semillas de especie *Coffea arabica* Lin. en tubetes de 180 cm³ de capacidad volumétrica.

En un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 4 x 3, se estudiaron cuatro fuentes de abono orgánico –Pulpa de café (PC), Cachaza (CZ), Estiércol vacuno (EV) y Humus de lombriz (HL)– y tres momentos de aplicación de fertilizante 7-14-7. Se conformaron 12 sustratos con 54 plantas cada uno:

(T1): Mezcla suelo/pulpa de café con aplicación de fertilizante del segundo al sexto par de hojas.

(T2): Mezcla suelo/cachaza con aplicación del segundo al sexto par de hojas.

(T3): Mezcla suelo/estiércol vacuno con aplicación de fertilizante del segundo al sexto par de hojas.

(T4): Mezcla suelos/humus de lombriz con aplicación de fertilizante del segundo al sexto par de hojas.

(T5): Mezcla suelo/pulpa de café con aplicación de fertilizante al segundo, cuarto y sexto par de hojas.

(T6): Mezcla suelo/cachaza con aplicación de fertilizante al segundo, cuarto y sexto par de hojas.

(T7): Mezcla suelo/estiércol vacuno con aplicación de fertilizante al segundo, cuarto y sexto par de hojas.

(T8): Mezcla suelo/humus de lombriz con aplicación de fertilizante al segundo, cuarto y sexto par de hojas.

(T9): Mezcla suelo/pulpa de café con aplicación de fertilizante al tercero y quinto par de hojas.

(T10): Mezcla suelo/cachaza con aplicación de fertilizante al tercero y quinto par de hojas.

(T11): Mezcla suelo/estiércol vacuno con aplicación de fertilizante al tercero y quinto par de hojas.

(T12): Mezcla suelo/humus de lombriz con aplicación de fertilizante al tercero y quinto par de hojas.

Para la confección de las mezclas se usaron los materiales suelo y abono orgánico en la proporción 1:1. A los sustratos se les aplicó superfosfato triple como fertilizante de fondo, a razón de 2 g por tubetes al momento de conformar la mezcla. Las semillas fueron germinadas en

arena y trasplantadas a los tubetes cuando alcanzaron el estado de fosforito. Las aplicaciones de fertilizante se realizaron con la fórmula completa 7-14-7 a razón de 5 cm³ por tubete; para preparar la solución se trituró previamente el fertilizante y posteriormente se disolvió en la proporción 12,5 kg en 100 L de agua.

Posterior a la aplicación del fertilizante se realizó un riego ligero. A los 180 días posteriores al trasplante se evaluaron las variables altura (cm), diámetro del tallo (cm), número de pares de hojas, área foliar (cm²) y masa seca (g). Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y los factores significativos analizados por el teste de Duncan con un nivel de significación del 5 % de probabilidad.

Resultados y discusión

El análisis de varianza según el test F evidencia que la fuente de abono orgánico tuvo efecto significativo a un 0,1 % de probabilidad en todas las variables analizadas. El momento de fertilización en las mezclas muestran diferencias estadísticas a un 0,1 % de probabilidad para las variables con excepción del área foliar que no muestra. Hubo diferencias significativas para la interacción a una probabilidad de 0,1 % en las variables analizadas, exceptuando el índice de calidad de Dickson que fue del 5 % (*Tabla 1*).

En la *Tabla 2* se muestra la comparación de medias según test de Duncan para un 5 % de probabilidad de las variables en estudio.

Tabla 1. Resumen del análisis de varianza para altura, diámetro, masa seca total (MST) y área foliar (AF)

Cuadrados medios						
Fuente de variación	GL	Altura (cm)	Diámetro (cm)	MST (g)	Área foliar (cm ²)	Índice de calidad (IC)
Abono orgánico (A)	3	121,89***	0,04***	3,84***	30556,5***	0,07***
Momento de fertilización (B)	2	46,70***	0,02***	0,71***	1807,93	0,02***
Interacción A x B	6	18,79***	0,003***	0,20***	11731,48***	0,002*
Error	108	1,45	0,0006	0,02	665,68	0,0006
Total	119					
CV (%)		7,94	8,65	11,20	12,57	14,93

*, **, *** Significación de un 5; 1 y 0,1 %, respectivamente, según el test F.

Tabla 2. Resumen del análisis de comparación de medias para las variables para altura, diámetro, masa seca total y área foliar según test de Duncan

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (cm)	MST (g)	Área foliar (cm ²)	Índice de calidad
PC + fertilizante 2 al 6 par hojas	12,98 e	0,26 efg	1,02 f	149,09 e	0,14 e
CZ + fertilizante 2 al 6 par hojas	16,71 bc	0,28 de	1,38 d	239,40 b	0,13 ef
EV + fertilizante 2 al 6 par hojas	13,28 e	0,25 fg	1,02 f	170,61 de	0,11 g
HL + fertilizante 2 al 6 par hojas	19,83 a	0,36 a	1,99 a	280,93 a	0,24 a
PC + fertilizante 2, 4 y 6 par hojas	15,71 bc	0,31 c	1,31 de	187,05 d	0,17 c
CZ + fertilizante 2, 4 y 6 par hojas	16,51 bc	0,30 cd	1,45 d	216,63 bc	0,16 cd
EV + fertilizante 2, 4 y 6 par hojas	14,48 d	0,27 ef	1,22 e	235,72 b	0,15 de
HL + fertilizante 2, 4 y 6 par hojas	16,82 b	0,33 b	1,81 b	192,88 cd	0,24 a
PC + fertilizante 3 y 5 par hojas	11,37 f	0,22 h	0,76 g	150,18 e	0,10 g
CZ + fertilizante 3 y 5 par hojas	15,57 c	0,26 efg	1,38 d	223,50 b	0,14 e
EV + fertilizante 3 y 5 par hojas	13,04 e	0,24 gh	0,99 f	194,14 cd	0,11 fg
HL + fertilizante 3 y 5 par hojas	15,72 bc	0,32 bc	1,61 c	222,24 b	0,21 b

Letras iguales no difieren según test de Duncan a un 5 % de probabilidad.

Los resultados de la prueba de comparación de medias muestran que cuando se usa la mezcla de suelo:humus de lombriz en la proporción 1:1 seguida de la aplicación de fertilizante licuado (5 cm³ por tubetes) 7-14-7 del segundo al sexto par de hojas (Tratamiento 4), se logran las mejores posturas según las variables analizadas.

Sin embargo, aunque estadísticamente se logran valores inferiores al tratamiento 4, se puede afirmar además que cuando se usa humus de lombriz en el sustrato, independientemente del momento de la fertilización química, los resultados tienden a ser generalmente superiores al resto de los tratamientos estudiados.

Estos resultados corroboran lo planteado por Avilés (2008), quien evaluó tres sustratos y tres tipos de fertilizantes que según su criterio se ajustan mejor a la producción de posturas de café en tubetes durante cuatro meses. En su investigación los mejores resultados se obtuvieron con el sustrato Pro-Mix, fertilizándolo con Osmocote. Similar comportamiento se mostró con el sustrato Kuntan. La producción de plantas con sustrato Procafé solamente dio buenos resultados cuando se fertilizó con Osmocote. El factor que más influyó en la obtención de estos resultados fue el del fertilizante aplicado que se caracteriza por ser de liberación controlada.

Marana *et al.* (2008) estudiaron los índices de calidad y crecimiento de plantas de café producidas en tubetes de 120 cm³, los efectos de cinco dosis de fertilizante de liberación lenta y dos tipos de sustratos, a fin de obtener parámetros que permitan una clasificación segura de ca-

lidad de un determinado lote de posturas. Los resultados demuestran que en tubetes de 120 cm³ los sustratos necesitan aportar abono para garantizar el crecimiento y el desarrollo apropiado de las plantas de café, siendo la dosis de 10 kg de fertilizante de liberación lenta para m³ de sustrato el más adecuado, independientemente del sustrato usado. Cuando se fertilizó con 10 kg de fertilizante de liberación lenta por metro cúbico, en lo que se refiere a calidad de la postura, era preferible usar Plantmax-café en vez de vermicompost.

Medina *et al.* (2004), citado por Sotelo y Téllez (2007), reportan que cuando se utiliza el humus de lombriz en el suelo se aportan colonias microbiales que participan en la transformación de todos los nutrientes minerales necesarios para la nutrición de la planta. La cantidad de nutrimentos contenidos en el humus es muy variable. Este contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero estos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz, sino por la actividad microbiana que ocurre durante el período de reposo dentro del lecho. Produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de la planta.

El humus de lombriz es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos agentes reguladores del crecimiento son auxinas, giberelinas y citoquininas, retardan el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de

los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos (Somarriba y Guzmán, 2004).

En investigaciones realizadas (Campos *et al.*, 2008) donde evaluaron el uso de los abonos orgánicos, pulpa de café y humus de lombriz en el desarrollo de posturas de cafetos en tubetes, informan que estos abonos orgánicos contribuyen positivamente al desarrollo vegetativo de las plantas en vivero, encontrando que cuando se usa un 60 % de humus de lombriz y 40 % de suelo se obtiene un mejor desarrollo vegetativo de las posturas de café.

En investigaciones sobre la producción de posturas en cepellones en plántulas de pepino, tomate y pimiento se evidenció que el uso del humus de lombriz combinado con 5 o 10 % de litonita y 5 % de biofertilizantes sólidos, para la formación de sustratos es una alternativa viable para obtener posturas con un buen crecimiento y desarrollo (González *et al.*, 2008).

Sotelo y Téllez (2007) estudiaron el efecto de diferentes porcentajes de sustrato de humus de lombriz, compost y suelo sobre variables agronómicas en la producción de plántulas de café en condiciones de vivero, encontrando que las mejores proporciones son humus de lombriz al 75 % más 25 % suelo, y compost al 25 % más 75 % suelo y 75 % más 25 % suelo.

Reséndez *et al.* (2014), en investigaciones relacionadas con el comportamiento del chile húngaro (*Capsicum annuum*) en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones protegidas, reporta que el vermicompost puede ser utilizado en sustitución de los fertilizantes sintéticos durante el desarrollo de las especies vegetales, además que en el chile húngaro el empleo de vermicompost en cantidades crecientes mejora el desarrollo del cultivo, y la relación 1:1 en volumen de vermicompost:arena resultó la mezcla óptima para el desarrollo del cultivo, con esta y sin aplicar solución nutritiva, se cubrieron sus necesidades nutritivas sin afectar su calidad.

Charles y Alonso (2015), en investigaciones con tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo sistema protegido, informan que la aplicación combinada de los HMA y humus de lombriz mejoraron la calidad bromatológica de los frutos de tomate con respecto a los parámetros de sólidos solubles totales (Brix) y vitamina C.

Marana *et al.* (2008) estudiaron los índices de calidad y crecimiento de plantas de café producidas en tubetes de 120 cm³, los efectos de cinco dosis de fertilizante de liberación lenta y dos tipos de sustratos, a fin de obte-

ner parámetros que permitan una clasificación segura de calidad de un determinado lote de posturas. Los resultados demuestran que en tubetes de 120 cm³ los sustratos necesitan aportar abono para garantizar el crecimiento y el desarrollo apropiado de las plantas de café, siendo la dosis de 10 kg de fertilizante de liberación lenta para metro cúbico de sustrato el más adecuado, independientemente del sustrato usado. Cuando se fertilizó con 10 kg de fertilizante de liberación lenta por metro cúbico, en lo que se refiere a calidad de la postura, era preferible usar Plantmax-café en vez de vermicompost.

Conclusiones

- Con el sustrato compuesto por suelo:humus de lombriz en la proporción 1:1 seguida de la aplicación de fertilizante licuado (5 cm³ por tubetes) 7-14-7 del segundo al sexto par de hojas, se obtiene el mejor desarrollo de las posturas según las variables analizadas.
- Cuando se usa humus de lombriz en el sustrato, independientemente del momento de la fertilización química estudiada, se producen posturas con buen desarrollo vegetativo.

Bibliografía

- AGROMAT EIRL: *Material para la Agricultura Tecnificada* [Online]. 2011. Disponible en: <http://www.agromatperu.com> [Consultado: 4 de mayo 2011].
- Avilés, J. L. B.: "Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización" [inédito], tesis de candidatura. Escuela Agrícola Panamericana. 2008.
- Campos, O. G.; Colón, D. S.; Reyes, J. N. y R. Mazariegos: Fertilización orgánica de almácigos de café con lombricompost y pulpa de café. *El cafetal*, Julio, 2008.
- Charles, N. J. y N. J. M. Alonso: Management and use of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and earth worm humus in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under protected system. *Cultivos Tropicales*, 36 (1), 53-62, 2015.
- Dias, R. e B. De Melo: Proporção de material orgânico no substrato artificial para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, 33 (1), 144-152, 2009.
- González, D. O.: "Comparación entre la bolsa y el "cono macetero" o "tubete" en la producción de plantas de

- café" [inédito], tesis de candidatura. Escuela Agrícola Panamericana, 2001.
- Lara, L. Year: Contenedores en Viveros. In: *ECOM-IFC-NESPRESSO*, P., ed. "Strengthening the value chain for sustainable coffee in Central America and Southern Mexico, Nicaragua, 2008.
- Marana, J. P.; Miglioranza, É.; Fonseca, É. D. P. & R. H. Kainuma: Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. *Ciência Rural*, Santa Maria, 38 (1), 39-45, 2008.
- Martínez, A. R.: Evaluación de diferentes sustratos, empleando la técnica de tubete para producir plántulas de café (*Coffea arabica* L.) var. Catuai, en etapa de vivero, finca Monte María, San Juan Alotenango, Sacatepequez" [inédito], tesis de candidatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 2005.
- Melo, B. D.; Mendes, A. N. G.; Guimarães, P. T. G. & F. P. Dias: Substratos, fontes e doses de P_2O_5 na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. *Biosci. J., Urberlândia*, 12 (2), 35-34, 2003.
- Mendes, A. F.: *Produção de mudas de cafeeiros em tubetes* [Online]. 1999. Disponible en: <http://www.cpt.com.br/curso/22/5299/producao-de-mudas-de-cafe-em-saquinhas-e-tubetes.html> [Consultado: 4 de mayo 2011].
- Reséndez, A. M.; Dimas, N. R.; Carrillo, J. L. R.; Márquez-Quiroz, C. y J. R. González: Comportamiento del chile Húngaro (*Capsicum annuum*) en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones protegidas. *Rev. FCA UNCUIYO*, 46 (2), 97-111, 2014.
- Somarriba, R. R. y G. G. Guzmán: "Análisis de la influencia de la cachaza y estiércol bovino como sustrato de la lombriz roja californiana para producción de humus" [inédito], tesis de candidatura. Universidad Nacional Agraria. 2004.
- Sotelo, M. G. y J. A. Téllez: "Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica* L) variedad caturra" [inédito], tesis de candidatura. Universidad Nacional Agraria. 2007.
- Vallone, H. S.; Guimarães, R. J.; Mendes, A. N. G.; Spaggiari, C. A. S.; Cunha, R. L. e F. Pereira: Diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros. *Ciênc. agrotec. Lavras*, 34 (1), 55-60, 2010.

