

Suelos y Agroquímica

Estudio de diferentes fuentes de abono orgánico y mejoradores de sustratos en el desarrollo de posturas de cafetos producidas en tubetes de 180 cm³¹

Norlan Moran-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 de octubre 2014 a junio de 2015, utilizando semillas de especie *Coffea arabica* Lin. en tubetes de 180 cm³ de capacidad volumétrica. En un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 3 x 4, se estudiaron tres mejoradores de sustratos: cáscara de arroz carbonizada, zeolita y cáscara de café carbonizada, y cuatro fuentes de abono orgánico: cachaza, pulpa de café, estiércol vacuno y humus de lombriz. Se conformaron 12 sustratos con 54 plantas cada uno. Los sustratos fueron fertilizados con superfosfato triple 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. A partir del tercer par de hojas y hasta el quinto par se realizaron aplicaciones foliares de urea al 1 %. El sustrato, compuesto por cáscara de café carbonizada 20 %-suelo 30 %-cachaza 50 %, propició el mejor crecimiento y desarrollo de las posturas en los tubetes de 180 cm³. Con la utilización de zeolita 20 % y cáscara de arroz carbonizada 20 % como mejoradores de sustrato, la cachaza 50 % y el humus de lombriz 50 % como fuente de abono orgánico para conformar los sustratos, se logra que las posturas en los tubetes de 180 cm³ alcancen un crecimiento y desarrollo adecuado.

Palabras clave: café, zeolita, cáscara de arroz, abono orgánico, cachaza, humus de lombriz.

Abstract

The experiment was carried out in the nursery of the Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, during the October 2014 to June of the 2015 period, using seeds *Coffea arabica* Lin. species in plugs of 180 cm³ of volumetric capacity. In a totally randomized design with factorial arrangement 3 x 4. Three substrata improvements, Carbonized shell of rice, Zeolite and Carbonized shell of coffee, and four sources of organic manure, Filter cake, Pulp of coffee, Bovine manure and Worm humus were studied. Were conformed 12 substrata with 54 plants each one. The substrata were fertilized with triple super phosphate to reason of 2 g for plugs to the moment to conform the mixture. The seeds were germinated in sand and transplanted to the plugs when they reached the phosphorus state. Starting from the third couple of leaves and until the fifth couple, foliates application of urea to 1 % were carried out. The compound substratum for Carbonized shell of coffee 20 %-soil 30%-Filter cake 50 %, propitiated the best growth and development of the postures in the plugs of 180 cm³. With the use of Zeolite 20 % and Carbonized shell of rice 20 % as substratum improvements, the Filter cake 50 % and the worm humus 50 % as source of organic manure to conform the substrata; it is achieved the postures in the plugs of 180 cm³ to reach a growth and appropriate development.

Key words: coffee, zeolite, shell of rice, organic manure, filter cake, worm humus.

¹ Recibido: 06/09/2018

Aprobado: 16/05/2020

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

Introducción

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 pión 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, así se 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). Dentro de las ventajas que ofrece este sistema están el desarrollo radical dirigido, la poda de raíces, la mayor formación de raíces, la facilidad en el llenado y drenaje, el aumento de la producción de plantas por ciclo, larga vida y reciclables, el transporte más fácil y barato, la fácil remoción, uniformidad de las plantas, menos contaminación ambiental, menos mano de obra, se mejoran notablemente las condiciones de trabajo, mayor organización, control y ahorro del área dentro del vivero, ahorro de agua y control de malezas.

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 suelo: abono orgánico 3:1 (v/v), a la cual se le añade fertilizante y se acondiciona en bolsas plásticas de polietileno.

Actualmente en nuestra área geográfica (América Latina y el Caribe) 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 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 (Blandón, 2008 y Melo *et al.*, 2003).

En la confección de los sustratos son usados diferentes materiales, entre ellos podemos encontrar el suelo, abonos orgánicos descompuestos de diferentes orígenes, materiales inertes como la arena y la fibra de coco, minerales entre otros materiales:

Cachaza: La cachaza presenta una alta capacidad de humedecimiento y retención de agua, así como de intercambio iónico, libera lentamente los nutrientes y constituye una buena fuente de materia orgánica. Por sus características químicas la cachaza puede aportar cantidades apreciables de nutrientes para el cultivo, tales como nitrógeno, fósforo y calcio, y por sus propiedades físicas y biológicas, es muy valiosa como enmienda orgánica (Borges y Garcés, 2006).

Pulpa de café: La pulpa del fruto de café descompuesta hasta el estado de humus produce plantas con aumentos apreciables en el crecimiento y provoca cambios en el suelo que mejoran su fertilidad. Este material incrementa la disponibilidad de nutrientes, particularmente el fósforo, lo cual repercute positivamente en el crecimiento de las plantas. Se ha comprobado que la aplicación de pulpa de café al sustrato aumenta el contenido de materia orgánica, el nitrógeno total, las bases intercambiables, la capacidad de intercambio catiónico y el pH; el efecto sobre el potasio intercambiable es particularmente alto (González, 2001 y Posada y Osorio, 2003).

Humus de lombriz: Se trata de un producto que ha sido transformado por las lombrices. El resultado es un producto de gran calidad, con una alta cantidad de nu-

trientes, ácidos húmicos y flúvicos, además de materia orgánica que le convierte en un estupendo complemento que mejora tanto las propiedades físicas como químicas del suelo (BRICONATUR, 2012).

Estiércol vacuno: Los estiércoles utilizados como sustrato proceden de defecaciones animales que han sido tratadas durante largos períodos de tiempo de tal manera que finalicen su ciclo de compostaje, siendo descompuestos por bacterias del suelo. El producto resultante presenta una gran cantidad de materia orgánica, así como una elevada proporción de nutrientes de origen natural, reteniendo también buenas cantidades de agua (BRICONATUR, 2012).

Zeolita: Las zeolitas son silicatos que pierden el agua que contienen, sin que en este proceso se destruya su estructura. Poseen estructura cristalina con grandes cavidades interconectadas entre sí. Los minerales zeolíticos son aluminosilicatos hidratados de cationes alcalinos y alcalinotérreos, fundamentalmente Na^+ , K^+ , Ca^{+2} y Mg^{+2} , que forman una red cristalina tetraédrica con la particularidad de tener sus poros o espacios intermoleculares enlazados, formando canales, lo cual le permite ganar y ceder agua reversiblemente e intercambiar los cationes componentes de su estructura sin que esta colapse. Los átomos T de los tetraedros pueden ser silicio (Si), aluminio (Al), galio (Ga), boro (B), germanio (Ge), titanio (Ti), entre otros, dependiendo del estado de oxidación del elemento que sustituye parcialmente al silicio (Toba zeolitizada, 2011).

En la industria cubana tiene varios usos. En el caso de la agricultura es usada en la producción de fertilizantes (aumenta el aprovechamiento de los fertilizantes y disminuye las pérdidas de los mismos por el agua superficial, convierte a algunos fertilizantes que absorben la humedad del aire a una forma más conveniente (más seca), lo que permite su mejor aplicación con máquinas fertilizadoras). También es usada directamente en el mejoramiento de suelos (fija los nutrientes y los entrega paulatinamente al suelo), mejora las propiedades físico-mecánicas del suelo, la penetración del aire y del nitrógeno, mejora la retención del agua y neutralizan los suelos ácidos (Toba zeolitizada, 2011).

Cáscara de arroz carbonizada: Es un material de baja densidad, baja capacidad de retención de agua, pero superior a la de la arena. Presenta buena aireación, drenaje eficiente y pH con valor próximo a la neutralidad,

siendo rica en minerales, principalmente calcio y potasio, libre de nemátodos y patógenos debido al proceso de carbonización. Posee espacio de aireación superior al 42 % y porosidad total por encima del 80 %, por lo que puede ser utilizada para optimizar las propiedades físico-hídricas de los sustratos, mejorando la disponibilidad de agua para las plantas y la porosidad de aeración (Pereira, 2002 y Silva *et al.*, 2004).

Cáscara de café carbonizada: La cáscara de café carbonizada en la composición de los sustratos proporciona mejor ligereza a estos sin causar efectos fitotóxicos (Miranda, Melo y Ricci, 2002).

La investigación fue realizada con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes fuentes de abono orgánico y mejoradores de sustratos en el desarrollo de posturas de cafetos (*Coffea arabica* L.) producidas en tubetes de 180 cm³.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el vivero de la Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, durante el período de octubre de 2014 a junio de 2015, utilizando semillas de especie *Coffea arabica* Lin. en tubetes de 180 cm³ de capacidad volumétrica. En un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 3 x 4. Se estudiaron tres mejoradores de sustratos: cáscara de arroz carbonizada (CAC), zeolita y cáscara de café carbonizada (CCC) y cuatro fuentes de abono orgánico: cachaza (CZ), pulpa de café (PC), estiércol vacuno (EV) y humus de lombriz (HL). Se conformaron 12 sustratos con 54 plantas cada uno:

- (S1) – Cáscara arroz carbonizada 20 %-Suelo 30 %-Cachaza 50 %.
- (S2) – Cáscara arroz carbonizada 20 %-Suelo 30 %-Pulpa de café 50 %.
- (S3) – Cáscara arroz carbonizada 20 %-Suelo 30 %-Estiércol vacuno 50 %.
- (S4) – Cáscara arroz carbonizada 20 %-Suelos 30 %-Humus de lombriz 50 %.
- (S5) – Zeolita 20 %-Suelo 30 %-Cachaza 50 %.
- (S6) – Zeolita 20 %-Suelo 30 %-Pulpa de café 50 %.
- (S7) – Zeolita 20 %-Suelo 30 %-Estiércol vacuno 50 %.
- (S8) – Zeolita 20 %-Suelo 30 %-Humus de lombriz 50 %.
- (S9) – Cáscara de café carbonizada 20 %-Suelo 30 %-Cachaza 50 %.

(S10) – Cáscara de café carbonizada 20 %-Suelo 30 %
-Pulpa de café 50 %.

(S11) – Cáscara de café carbonizada 20 %-Suelo 30 %
-Estiércol vacuno 50 %.

(S12) – Cáscara de café carbonizada 20 %-Suelo 30 %
-Humus de lombriz 50 %.

Los sustratos fueron fertilizados con superfosfato triple 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. A partir del tercer par de hojas y hasta el quinto par, se realizaron aplicaciones foliares de urea al 1 %. Cuando el 80 % de las plantas emitieron el sexto par de hojas se evaluaron las variables:

Altura de la planta (A). Se midió con regla graduada desde el cuello de la planta hasta el ápice (cm).

Diámetro del tallo (D). Se midió con pie de rey a 1 cm del cuello (cm).

Número de pares de hojas (PH). Se contó el número de pares de hojas presentes en cada planta.

Área foliar (AF). Se estimó mediante la medición de las dimensiones lineales de las hojas de acuerdo con la fórmula $AF (cm^2) = \text{largo} \times \text{ancho} \times 0,64$ (Soto, 1980) (cm^2).

Masa seca total (MST). Las posturas se dividieron, se lavaron y colocaron en estufa a 65 °C hasta alcanzar peso constante (g).

La evaluación estadística de los datos se efectuó por medio del programa estadístico Statgraphics Centurion XVIII versión 18.1.12 (StatPoint Technologies Inc., 2018). A los datos se les comprobaron los supuestos para el análisis de varianza, la normalidad de los datos a través de la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianza por la prueba de Levene. Los datos fueron procesados mediante un ANOVA de clasificación simple con posterior prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan con un nivel de significación del 5 %.

Resultados y discusión

El análisis de varianza según el test F evidencia una interacción altamente significativa para todas las variables analizadas a probabilidad del 0,1 % en todos los casos (*Tabla 1*).

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

Cuadrados medios						
Fuente de variación	GL	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Pares de hojas	MST (g)	Área foliar (cm^2)
Abono orgánico (A)	2	17,77***	0,01***	5,87***	0,74**	32 919,49***
Mejorador del sustrato (M)	3	361,26***	0,07***	6,02***	13,08***	155 375,51***
A x M	6	17,99***	0,01***	3,32***	1,28***	9130,76***
Error	132	1,27	0,0014	0,34	0,12	1237,66
Total	143					
CV (%)		8,14	13,00	8,24	19,04	18,60

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

Teniendo en cuenta los resultados del análisis de varianza, se procedió a realizar la comparación de medias según el test de Duncan para un 5 % de probabilidad de las variables en estudio.

Los resultados para la variable altura indican que los mejores resultados se obtienen al usar el sustrato compuesto por Cáscara de café carbonizada 20 %-Suelo 30 % -Cachaza 50 %; también se aprecia un retardo en el cre-

cimiento de las posturas cuando se usa la pulpa de café como componente de la mezcla (*Fig. 1*).

Para el caso del diámetro del tallo se muestran los mejores valores con el sustrato conformado por Cáscara de arroz carbonizada 20 %-Suelos 30 %-Humus de lombriz 50 %. Los sustratos conformados con cachaza a pesar de no mostrar los mejores efectos respecto al anterior sí muestran una superioridad con relación al resto de manera general (*Fig. 2*).

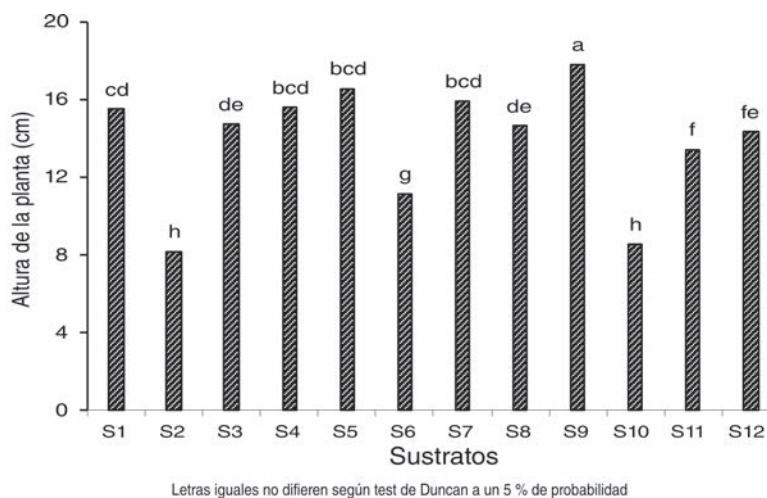


Fig. 1. Comparación de medias para la variable altura de la planta.

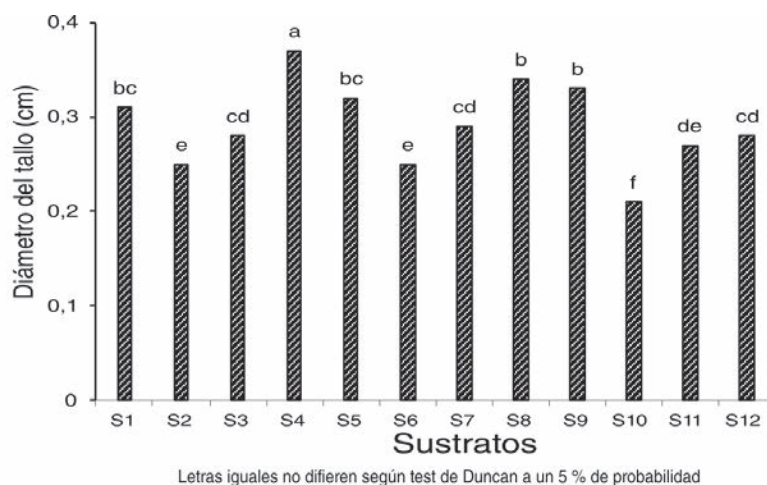


Fig. 2. Comparación de medias para la variable diámetro del tallo.

En la variable pares de hojas la mayoría muestran efectos similares. Sin embargo, se debe destacar que el uso de

pulpa de café como abono orgánico puede retardar la emisión de las hojas según los datos del experimento (Fig. 3).

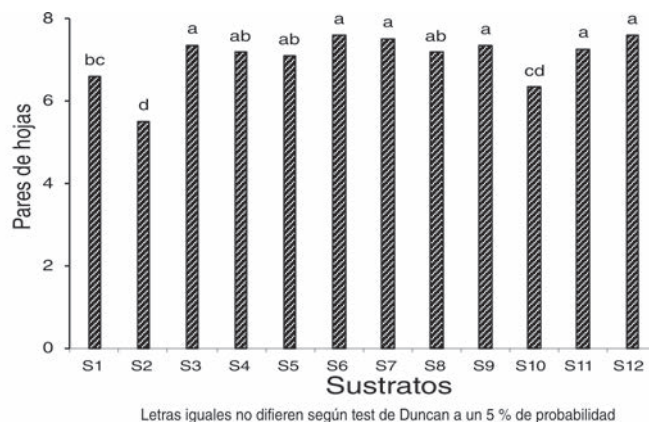


Fig. 3. Comparación de medias para la variable pares de hojas.

Los mejores resultados para la variable masa seca total se obtienen al usar los sustratos: Cáscara de arroz carbonizada 20 %-Suelo 30 %-Cachaza 50 %, Cáscara de arroz carbonizada 20 %-Suelos 30 %-Humus de lombriz 50 % Zeolita 20 %-Suelo 30 %-Humus

de lombriz 50% y Cáscara de café carbonizada 20 %-Suelo 30 %-Cachaza 50 %. Es importante señalar que en el caso de esta variable de manera general el resto los sustratos muestran valores muy bajos de materia seca (Fig. 4).

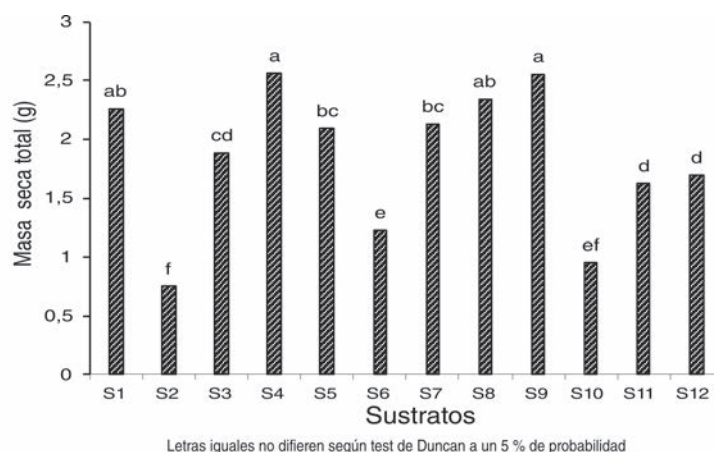


Fig. 4: Comparación de medias para la variable masa seca total.

El análisis del área foliar indica que en los sustratos estudiados aquellos que tienen en su composición zeolita y cachaza presentaron los mejores valores para esta

variable; es necesario señalar que los sustratos con pulpa de café como componente para esta variable no permite un adecuado desarrollo de la postura (Fig. 5).

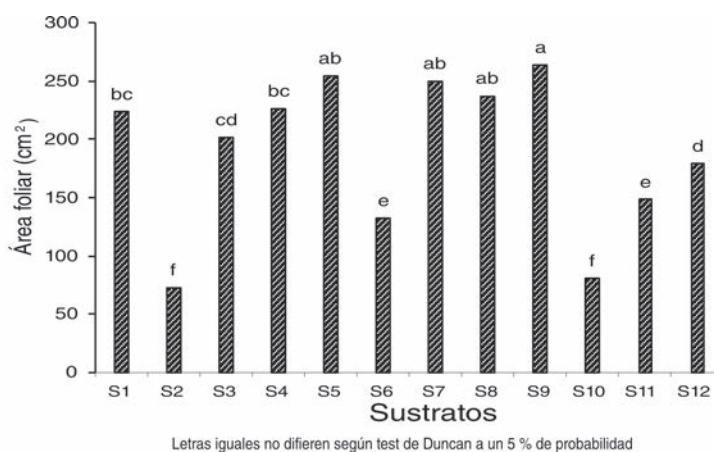


Fig. 5: Comparación de medias para la variable área foliar.

Estos resultados muestran que el mejor sustrato fue el compuesto por Cáscara de café carbonizada 20 %-Suelo 30 %-Cachaza 50 %. Sin embargo, con la utilización de Zeolita 20 % y Cáscara de arroz carbonizada 20 % como

mejoradores y la Cachaza 50 % y el Humus de lombriz 50 % como fuente de abono orgánico para conformar los sustratos, se obtienen posturas con un crecimiento y desarrollo adecuado.

El uso de la pulpa de café o cáscara de arroz carbonizada en la proporción de un 20 % en la composición de los sustratos proporciona mayor ligereza a estos sin causar efectos fitotóxicos. Así lo informan Miranda, Melo y Ricci (2002) en investigaciones en el cultivo del café en Brasil.

Acuña *et al.* (2003) también plantean en sus estudios que el uso de cáscara de arroz carbonizada en los sustratos proporciona un mejor desarrollo de las plántulas respecto al sustrato comercial y al patrón.

Melo *et al.* (2003), en sus investigaciones, mostraron que la mejor opción para producir posturas de cafeto resultó ser el uso del sustrato constituido por un 60 % de compost orgánico, 20 % de vermiculita y 20 % de tierra de subsuelo, fertilizando con 100 g de P_2O_5 por 100 L de sustrato, en forma de superfosfato simple.

Los resultados de Melo *et al.* (2003) mostraron que la cáscara de arroz carbonizada en sustitución a la vermiculita presenta el mismo efecto en las posturas en los dos tipos de fertilizantes: Osmocote (15-10-10) en dosis de 300 g/55 L de sustrato, y una mezcla compuesta por 1 kg de superfosfato triple, 0,2 kg de sulfato de amonio, 0,05 kg de cloruro de potasio y 0,05 kg de FTE BR-9 para cada 100 L de sustrato.

Fournier y Di Stéfano (2004), por los resultados de sus investigaciones, plantean que la sustitución del sustrato comercial por cáscara de arroz carbonizada entre el 60 % y 70 % proporciona el mejor desarrollo de las posturas en un menor tiempo.

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 y col., 2008).

Moreno y col. (2014), en investigaciones relacionadas con el comportamiento del chile húngaro (*Capsicum annuum*) en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones protegidas, reportan que pueden ser utilizados 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.

La cachaza es un abono orgánico que ha demostrado ser efectivo para la obtención de plantas en vivero. Domínguez y col. (2018) recomiendan tres sustratos orgánicos para la siembra en bolsas de yemas de caña de azúcar para las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290, los cuales están compuestos del 50 % de cachaza + 25 % de bagazo + 25 % de carbón vegetal, así como el sustrato compuesto del 50 % de cachaza + 25 % de bagazo + 25 % de cascarilla de cacao, y por último el sustrato 25 % de cachaza + 25 % de bagazo + 50 % de cascarilla de cacao para el desarrollo de plántulas.

El humus de lombriz usado como componente de las mezclas de sustratos para la producción de plantas de café ha demostrado ser muy efectivo al incrementar los valores de los indicadores de crecimiento área foliar y materia seca; así lo reportan Encalada y col. (2018) en investigaciones donde evaluaron el crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. Caturra en condiciones de vivero con diferentes sustratos y recipientes.

Se ha demostrado que la zeolita puede ser usada como complemento de la fertilización química sin afectar el desarrollo morfofisiológico de las plantas; reportes de Apáez y col. (2019) en investigaciones en el cultivo de la calabaza (*Cucurbita pepo* L.) Grey Zucchini así lo demuestran. Además, la aplicación de este mineral incrementó el contenido de P, Mg, Fe y B y aumentó la capacidad de intercambio catiónico del suelo experimental. En calabacita la aplicación de zeolita permite reducir la dosis de fertilizante químico en un 25 % con el consecuente incremento en rendimiento y ganancia económica.

Investigaciones en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) demostraron que cuando se usan sustratos compuestos por humus de lombriz y cáscara de arroz carbonizada en diferentes relaciones v/v (60 % HL + 40 % CAC y 80 % HL + 20 % CAC) se produce un mayor crecimiento de la parte aérea en las plántulas; además plantean que estos sustratos son una alternativa para la producción de plántulas de lechuga, ya que utilizan insumos

de la actividad agrícola en sí, que son renovables, fáciles de adquirir y con bajo costo para la producción (Wathier *et al.*, 2019).

Conclusiones

- El sustrato compuesto por Cáscara de café carbonizada 20 %-Suelo 30 %-Cachaza 50 % propició el mejor crecimiento y desarrollo de las posturas en los tubetes de 180 cm³.
- Con la utilización de zeolita 20 % y cáscara de arroz carbonizada 20 % como mejoradores de sustrato, la cachaza 50 % y el humus de lombriz 50 % como fuente de abono orgánico para conformar los sustratos, se logra que las posturas en los tubetes de 180 cm³ alcancen un crecimiento y desarrollo adecuado.

Bibliografía

- Acuña, O.: *El uso de biofertilizantes en la agricultura*. En: Meléndez, G. y G. Soto (eds.) *Taller de Abonos Orgánicos*. Sabanilla: CATIE, CIA, CANIAN. pp. 67-75, 2003.
- AGROMAT-EIRL: *Material para la Agricultura Tecnificada*. 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.agromatperu.com> [Consultado: 4 de mayo 2011].
- Apáez-Barríos, P.; Lara-Chávez, M. B. N.; Apáez-Barríos, M. y Y. A. Raya-Montaño: Producción y rentabilidad de calabacita con aplicación de zeolita y fertilizante químico. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.*, pub. esp., (23): 211-221, 2019.
- Blandón-Avilés, J. L.: "Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización" [inédito], tesis de candidatura, Escuela Agrícola Panamericana, Ciencia y Producción Agropecuaria. ciudad Zamorano, Honduras. 2008.
- Borges-García, M. y Y. Garcés-Yero: Efecto de la adición de distintas concentraciones de cachaza en el suelo sobre la propagación de *Cocos nucifera* L. *Centro Agrícola*, 33 (1): 9-14, 2006.
- BRICONATUR: *Tipos de sustratos*. 2012. [En línea]. Disponible en: <http://www.briconatur.com/briconaturblog/tipos-de-sustratos/> [Consultado: 5 de octubre 2012].
- Charles, N. J. and 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 Melo, B. de: Proporção de material orgânico no substrato artificial para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, 33 (1): 144-152, 2009.
- Domínguez-Gamas, M. I.; Palma-López, D. J.; Salgado-García, S.; J.J., O. O. y O. Ruíz-Rosado: Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de caña de azúcar. *Agroproductividad*, 11 (12): 117-122, 2018.
- Encalada, M.; Fernández, P.; Jumbo, N.; Alejo, A. y L. Reyes: Evaluación del crecimiento de plántulas de *Coffea arabica* L. c.v. Caturra en condiciones de vivero con diferentes sustratos y recipientes. *Bosques Latitud Cero*, 8 (1): 70-84, 2018.
- Fournier, L. A. y J. F. Di Stéfano: Variaciones climáticas entre 1988 y 2001, y sus posibles efectos sobre la fenología de varias especies leñosas y el manejo de un cafetal con sombra en Ciudad Colón de Mora, Costa Rica. *Agron. Costa Rica*, 28: 101-120, 2004.
- 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, El Zamorano, Honduras. 2001.
- González, P., M.; López, L., P.; Pérez, G., D.; Guevara, B., A.; Arozarena D., Noel; Castillo R. del, Antonio; Corrales G., Ignacio; Martínez V., Rafael; Curbelo R., Roberto; Bardanca R., Teodoro; Rodríguez, Jorge L.; Emelina Peña S. y M., T. H.: Combinaciones de sustrato de biofertilizantes sólidos y litonita para posturas en cepellones. *Centro Agrícola*, 35 (3): 5-10, 2008.
- Martínez, A. R.: "Evaluación de diferentes sustratos, empleando la técnica de tubete para producir plántulas de café (*Coffea arabica* L.) var. catuaí, en etapa de vivero, Finca Monte Maria, San Juan Alotenango, Sacatepequez" [inédito], tesis de candidatura, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2005.
- Melo, B. D.; Mendes, A. N. G.; Guimarães, P. T. G. e F. P. Dias: Substratos, fontes e doses de P₂O₅ 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*. 1999. [Online]. Disponible en: <http://www.cpt.com.br/curso/22/5299/producao-de-mudas-de-cafe-em-saquinhos-e-tubetes.html> [Consultado: 4 de mayo 2011].
- Miranda, S. C.; Melo, L. C. G. e M. S. F. Ricci: Substratos alternativos para produção de mudas de cafeeiro em

- tubetes. Em: *II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, 2633-2638, 2002.
- Moreno-Reséndez, A.; Rodríguez-Dimas, N.; Reyes-Carrillo, J. L.; Márquez-Quiroz, C. y J. Reyes-González: Comportamiento del chile Húngaro (*Capsicum annuum*) en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones protegidas. *Rev. FCA UNCUYO*, 46 (2): 97-111, 2014.
- Pereira-De-Campos, K.: "Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes espaçamentos, substratos, adubações e tamanhos de tubetes" [inedito], tesis de candidatura, Universidade Federal de Lavras. Brasil. 2002.
- Posada-Tobón, C. y N. W. Osorio-V.: Respuesta de plántulas de café a la fertilización foliar y la aplicación de pulpa de café compostada. *Rev. Fac. Nat. Agr. Medellín*, 56 (1): 1839-1848, 2003.
- Silva-Vallone, H. R. J. G.; Spaggiari-Souza, C. A.; Carvalho, J. D. A.; Sousa-Ferreira, R. D. e S. D. Oliveira: Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de polímero hidrorretentor *Ciênc. agrotec., Lavras*, 28 (3), 593-599, 2004.
- Soto, F.: Estimación del área foliar en *Coffea arabica* Lin. a partir de las medidas lineales de las hojas. *Cultivos Tropicales*, 2 (3): 115-128, 1980.
- Statpoint Technologies Inc.: StatGraphics Centurión XVI-II. 18.1.12 ed., 2018.
- Toba zeolitizada: Toba zeolitizada (zeolita). Actualidades de la Geociencia. *Geoinformativa*, (2): 36-42, 2011.
- 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.
- Wathier, M.; Schwengber, J. E.; Fonseca, F. D. D. e M. A. S. D. Silva: Húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada como substratos para produção de mudas de alface. *Braz. Ap. Sci. Rev., Curitiba*, 3 (5): 2065-2071, 2019.

