Volume 23, enero-diciembre 2024, ISSN: 1680-7685

Artículo Original

Café Cacao

URL: https://cafecacao.edicionescervantes.com Cu-ID: https://cu-id.com/0356/v23e08

Influencia de tres tipos de tubetes y diferentes momentos de fertilización en el desarrollo de posturas de café
Influence of three types of tubes and different fertilization times on the development of coffee seedlings

Ciro Sánchez Esmoris[1]*, Felipe Martínez Suárez[2], Norlan Moran Rodriguez[2], Yanexy Cabane Fuentes[1], Islien Meneses Zamora[1], Nosleibys Ortiz Gómez[1]

[1]*Unidad de Ciencia y técnica de Base Jibacoa, CP 54590, Manicaragua, Villa Clara, Cuba*
[2]*Unidad de Ciencia y técnica de Base Tercer Frente, Santiago de Cuba, Cuba*

**Autor para correspondencia:* *ciro@invcafe.vcl.minag.cu*

RESUMEN

El estudio se desarrolló para evaluar la influencia de tres tipos de tubetes y diferentes momentos de fertilización en el crecimiento de posturas de cafeto en la región central de Cuba, donde no existía experiencia previa en su uso. La problemática radicó en la necesidad de mejorar la calidad de las posturas y optimizar los insumos en los viveros. El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Agroforestal Jibacoa durante tres campañas, donde se utilizó un diseño en bloques al azar con 10 tratamientos y tres réplicas. Se evaluaron tres tipos de tubetes (120 cm³, 180 cm³ y 220 cm³) y tres momentos de fertilización (mezclado con el sustrato, aplicado adicionalmente en el tercer par de hojas y en el tercer y quinto par de hojas). Se midieron variables morfológicas y contenido de nutrientes mediante análisis químicos. Los resultados indicaron que los mayores valores morfológicos se obtuvieron en posturas cultivadas en tubetes de 180 cm³ y 220 cm³ cuando el fertilizante se mezcló con el sustrato y se aplicó en el tercer y quinto par de hojas, sin diferencias significativas respecto al testigo en bolsas. En contraste, los tubetes de 120 cm³ mostraron los valores más bajos. El contenido de nitrógeno, fósforo y potasio aumentó con la fertilización, principalmente la combinación de aplicación inicial y dos refuerzos. Se concluyó que el uso de tubetes de 180 cm³ y 220 cm³, combinado con una estrategia de fertilización adecuada, favorece el desarrollo óptimo de las posturas, permitiendo su establecimiento exitoso en campo.

Palabras clave: vivero, morfología vegetal, nutrición mineral, crecimiento, Coffea arabica

ABSTRACT

The study was developed to evaluate the influence of three types of tubes and different fertilization times on the growth of coffee seedlings in the central region of Cuba, where there was no previous experience in their use. The problem was based on the need to improve the quality of the seedlings and optimize the inputs in the nurseries. The experiment was carried out at the Jibacoa Agroforestry Experimental Station during three campaigns, using a randomized block design with 10 treatments and three replications. Three types of tubes (120 cm³, 180 cm³ and 220 cm³) and three fertilization times (mixed with the substrate, additionally applied to the third pair of leaves and to the third and fifth pair of leaves) were evaluated. Morphological variables and nutrient content were measured by chemical analysis. The results indicated that the highest morphological values were obtained in seedlings grown in 180 cm³ and 220 cm³ tubes when the fertilizer was mixed with the substrate and applied to the third and fifth pair of leaves, with no significant differences from the control in bags. In contrast, the 120 cm³ tubes showed the lowest values. The nitrogen, phosphorus and potassium content increased with fertilization, highlighting the combination of initial application and two reinforcements. It was concluded that the use of 180 cm³ and 220 cm³ tubes, combined with an adequate fertilization strategy, favors the optimal development of seedlings, allowing their successful establishment in the field.

Keywords: nursery, plant morphology, mineral nutrition, growth, Coffea arabica

INTRODUCCIÓN

La premisa fundamental para obtener plantaciones de cafeto altamente productivas es disponer de posturas sanas y vigorosas. Para lograrlo, es necesario utilizar semillas con alta pureza varietal que expresen su máximo potencial productivo en cada sitio. Además, se debe mantener un adecuado balance nutricional en el sustrato, lo que requiere la selección de suelos de buena calidad y con altos contenidos de materia orgánica (Sánchez et al., 2006).

Recibido: 26/5/2024
Aceptado: 22/8/2024
Conflicto de Intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

La producción de posturas de café se realiza principalmente en bolsas de polietileno negro, cuyas dimensiones varían según el tiempo que las plantas permanecerán en el vivero (Sánchez et al., 2009). Sin embargo, en los últimos años, algunos países productores de café, como Brasil, Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica, han desarrollado experimentos con tubetes plásticos. Estos estudios han demostrado que el uso de tubetes permite obtener posturas de óptima calidad, incrementar la eficiencia de la mano de obra en el llenado, riego y trasplante, además de reducir la cantidad de insumos empleados y los costos de transporte del vivero a la finca en comparación con la producción en bolsas (Blandón, 2008; Trujillo, 2012).

En la región central de Cuba no se tiene experiencia en el uso de tubetes para la producción de posturas de café. Por esta razón, el presente estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar la influencia de tres tipos de tubetes y diferentes momentos de fertilización en el desarrollo de las posturas de café.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo durante tres campañas en el vivero de la Estación Experimental Agroforestal Jibacoa, ubicada en la provincia de Villa Clara, a 22°01´N y 79°58´O, a una altitud de 340 msnm. Se empleó un suelo Pardo Gleyzoso (Hernández et al., 1999), el cual se mezcló con cachaza en una proporción de 3:1 v/v (Tabla 1).

Estos suelos corresponden a los Cambisoles Gléyicos, según la clasificación del World Reference Base for Soil Resources (FAO, 2015). Son representativos de las zonas premontañosas de la región central de Cuba, específicamente del macizo montañoso de Guamuhaya, que se encuentra entre los 340 y 400 msnm. En esta zona predominan los viveros o áreas destinadas a la producción de posturas de cafetos (Sánchez et al., 2009). Además, estos suelos se consideran de fertilidad media debido a sus contenidos de cationes intercambiables (Rivera et al., 2003).

Tratamientos utilizados

El diseño experimental empleado fue en bloques al azar, con 10 tratamientos y tres réplicas, resultantes de la combinación de tres tipos de tubetes, tres niveles de fertilización y un testigo de referencia (3x3x1). Los factores en estudio fueron los siguientes: tres tipos de tubetes (T1: tubetes de 120 cm³ de capacidad, T2: tubetes de 180 cm³ de capacidad y T3: tubetes de 220 cm³ de capacidad) y tres momentos de fertilización (F1: fertilizante mezclado con el sustrato antes del llenado de los tubetes; F2: fertilizante aplicado antes del llenado de los tubetes y nuevamente en el tercer par de hojas; F3: fertilizante aplicado antes del llenado de los tubetes, en el tercer par de hojas y en el quinto par de hojas).

El testigo, recomendado en las instrucciones técnicas (MINAGRI, 2013), consistió en el uso de bolsas de polietileno negro de 14 cm de diámetro por 22 cm de altura. Estas bolsas se llenaron con una mezcla de tres partes de suelo y una de cachaza (3:1 v/v). Cada tratamiento estuvo compuesto por 120 plantas, de las cuales se evaluaron 24 al finalizar el período experimental. En todos los casos, se sembraron dos semillas de *Coffea arabica* L., variedad "Caturra Rojo", y se dejó solo una plántula cuando el 80 % de ellas alcanzó la fase de mariposa. Como sombra se utilizó la proyectada por cobertizos de pencas de *Roystonea regia* (guano).

A todos los tratamientos se les aplicó una dosis de dos gramos de superfosfato triple al inicio de la mezcla con el sustrato. En los tratamientos donde el fertilizante se aplicó en el tercer y quinto par de hojas, este se suministró en forma líquida, con una concentración del 12 % y a razón de 20 ml por planta, con la fórmula 7-14-7. Posteriormente, se realizó un riego ligero para homogeneizar la distribución del fertilizante, facilitar su absorción y prevenir posibles quemaduras en las hojas. Las actividades agrotécnicas se llevaron a cabo conforme a lo establecido en las Instrucciones Técnicas para el Cultivo del Café y el Cacao (MINAGRI, 2013).

Análisis del suelo y del sustrato

Para caracterizar el estado de la fertilidad química del suelo al inicio del experimento, se tomaron muestras compuestas por cinco submuestras a una profundidad de 0-20 cm. Posteriormente, se realizaron diferentes mezclas de suelo con abono orgánico (sustratos). Una vez completado este proceso, se tomaron muestras compuestas para el análisis químico.

En ambos casos, las determinaciones se llevaron a cabo siguiendo los métodos descritos por las Normas Ramales de la Agricultura (MINAGRI, 1987, 1988):

- pH en KCl, determinado mediante el método potenciométrico con una relación suelo:solución de 1:2.5.
- Materia orgánica (%), medida mediante el método de Walkley y Black.

Tabla 1. Algunas características agroquímicas de los sustratos. (Promedio tres campañas).

Tratamientos	pH (KCl)	Mat.Org (%)	P_2O_5	K_2O	Ca**	Mg **
			$(mg.100)^{-1}$		$(cmol.\ Kg^{-1})$	
Suelo	5.95.±0.05	3.42± 0.31	19.14± 4.25	17.50± 0.21	8.33± 0.53	2.20± 0.37
3:1	6.40 ± 0.04	5.60± 0.25	82.80±6.80	43.48± 0.19	13.21± 0.48	4.60± 0.26

- P_2O_5 y K_2O, analizados con el método de Oniani, con una relación suelo:solución de 1:25.
- Ca y Mg, determinados mediante el método de Ac NH_4 1N a pH 7, con espectrometría de absorción atómica.

Variables de Crecimiento

Para caracterizar el desarrollo de las posturas a los siete meses, se evaluaron las siguientes variables:

- **Altura de la planta:** Se midió con una regla graduada desde el cuello de la planta hasta el ápice (cm).
- **Diámetro del tallo:** Se determinó con un pie de rey a 1 cm del cuello (cm).
- **Número de pares de hojas:** Se realizó un conteo, considerando una hoja completamente formada cuando superó los 10 cm^2 de área foliar.
- **Área foliar:** Se estimó mediante el método desarrollado por Soto (1980), con las dimensiones lineales de las hojas y mediante la siguiente fórmula: AF = largo x ancho x 0.64 (cm^2).
- **Masa seca:** Las plantas se separaron por órganos (hojas, tallos, raíces) y se colocaron en una estufa a 65 °C hasta alcanzar una masa seca constante. Se determinó el valor para cada órgano (g), así como la masa seca total, resultante de la sumatoria de la masa seca de la raíz, el tallo y las hojas.

Análisis Químico de las Plantas

Se evaluaron el contenido de N, P y K (%) y la extracción de estos elementos ($mg \cdot planta^{-1}$) en muestras de los diferentes órganos de las plantas. Los métodos utilizados fueron los siguientes:

- **Nitrógeno (N):** Digestión húmeda con H_2SO_4 + Se y determinación colorimétrica con el reactivo de Nessler (Ríos et al., 1982).
- **Fósforo (P):** Digestión húmeda con H_2SO_4 + Se y determinación colorimétrica con el método del molibdovanadato (Ríos et al., 1982).
- **Potasio (K):** Digestión húmeda con H_2SO_4 + Se y determinación mediante fotometría de llama.

La extracción de nutrientes se calculó a partir de los datos de la masa seca de cada órgano y el correspondiente contenido de cada elemento (% N, P, K).

Los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza bifactorial con testigo de referencia, mediante el paquete estadístico Statistica Basic en ambiente MS-DOS. Cuando se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan, según lo referido por Cochran & Cox (1990), con un nivel de significancia de $P \leq 0.01$.

La discusión se centrará en el área foliar, ya que es un índice que expresa adecuadamente la respuesta del desarrollo integrado de las posturas de cafeto, según lo señalado por (Fernández, 1999; Sánchez, 2001; Rivera et al., 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró un efecto altamente significativo entre los factores de estudio. Al analizar el efecto de los tratamientos en el desarrollo de las posturas (Tabla 2), destaca que los mayores valores en área foliar se alcanzaron en los tratamientos conformados por tubetes de 220 cm^3 y 180 cm^3 de capacidad cuando se aplicó fertilizante mezclado con el sustrato previo al llenado de los tubetes. También se observaron valores elevados en el tratamiento correspondiente al tercer y quinto par de hojas (T3F3, T2F3) y en la relación 3:1 de suelo y cachaza (testigo de producción). No se encontraron diferencias significativas entre estos tratamientos, aunque sí se observaron diferencias con el resto de los tratamientos estudiados.

Resultados similares fueron informados por Irigoyen (1997) y González (2001), quienes no encontraron diferencias estadísticas entre las posturas producidas en bolsas y tubetes. Sin embargo, se registró un crecimiento ligeramente superior en las posturas sembradas en bolsas. Este efecto fue atribuido al mayor volumen de sustrato disponible en las bolsas en comparación con los tubetes, lo que favorece un mejor desarrollo de las plantas. Los autores recomendaron realizar los riegos y fertilizaciones con estricta disciplina tecnológica para garantizar un crecimiento óptimo.

Sánchez et al. (2009) estudiaron diferentes niveles de fertilidad en los sustratos utilizados en este tipo de suelo y determinaron que la relación suelo-abono orgánico de 3:1 satisface el óptimo desarrollo de las posturas en bolsas de 14 x 22 cm. Los valores más bajos se obtuvieron en el tratamiento T1F1, conformado por tubetes de 120 cm^3 de capacidad y con aplicación de fertilizante mezclado con el sustrato previo al llenado de los tubetes. Este efecto pudo deberse a la menor capacidad de reserva de nutrientes en estos tubetes, lo que impidió que las posturas, al presentar un crecimiento continuo, pudieran satisfacer sus necesidades nutrimentales para alcanzar un desarrollo óptimo.

Para determinar el momento adecuado para la siembra de las posturas, es necesario considerar ciertos indicadores que reflejen su calidad biológica. Generalmente, se toma como referencia el número de pares de hojas verdaderas, estableciéndose un rango entre cinco y siete pares. Soto (1994), citado por (Rivera & Soto, 2012), al analizar el crecimiento de las posturas de cafeto en tres altitudes diferentes y basándose en el estudio de la dinámica de crecimiento de la masa seca y el área foliar de las plántulas, concluyó que una postura está lista para ser plantada cuando alcanza el sexto par de hojas verdaderas. En ese momento, debe superar los 17 cm de altura, alcanzar una superficie foliar de 300 cm^2 y presentar una masa seca total de 3 g. Las posturas cultivadas en tubetes con una capacidad de 180 cm^3 y 220 cm^3 cumplen con estos requisitos, mientras que aquellas producidas en tubetes de 120 cm^3 no los alcanzan (Anexo I).

Tabla 2. Efecto de los tratamientos en el desarrollo de las posturas de cafetos (Promedio tres campañas).

Tratamientos	Campaña I Área foliar (cm²)	Campaña II Área foliar (cm²)	Campaña III Área foliar (cm²)	Promedio Área foliar (cm²)
1. T1F1	214.40e	239.00e	246.80e	233.40e
2. T1F2	276.00b	300.00b	309.00b	295.00b
3. T1F3	313.20c	337.81c	345.60c	332.20c
4. T2F1	272.40d	297.00d	304.80d	291.40d
5. T2F2	351.60b	376.15b	384.05b	370.60b
6. T2F3	451.00a	475.60[a]	484.00a	470.20[a]
7. T3F1	275.60d	300.20d	308.00d	294.60d
8. T3F2	363.00b	387.00b	396.00b	382.00b
9.T3F3	458.00a	483.00a	490.00a	477.00a
10. N.tec.	475.00a	500.00a	507.00a	494.00a
CV (%)	5.80.	6.20	6.42	6.29
ES±	7.01***	7.57***	7.90***	7.61***

Medias en la misma columna con diferente letra difieren entre sí (P≤0.01).

Esto demuestra que los tubetes de menor capacidad no son adecuados para este propósito.

Al analizar los factores por separado, se observa que la capacidad de los tubetes influye significativamente en el desarrollo de las posturas. Se obtuvieron los mejores valores morfológicos en los tubetes de 220 cm³ y 180 cm³, sin diferencias significativas entre ellos, pero con valores superiores a los obtenidos en los de 120 cm³ (Tabla 3). La capacidad del envase es, por lo tanto, un factor determinante para obtener posturas de óptima calidad (Blandón, 2008).

Se evidenció un efecto notable de la aplicación de fertilizantes en el desarrollo de las posturas de cafeto. Los valores más altos se registraron cuando el fertilizante se mezcló con el sustrato antes del llenado de los tubetes y se realizaron dos aplicaciones líquidas en el tallo de las plantas. Estas aplicaciones se efectuaron cuando el 90 % de las posturas alcanzó el tercer y el quinto par de hojas, respectivamente. Por el contrario, los valores más bajos se observaron cuando solo se aplicó el fertilizante mezclado con el sustrato antes del llenado de los tubetes (Tabla 4).

Tabla 3. Efecto de la capacidad del tubetes en desarrollo de las posturas de cafetos (Promedio tres campañas).

Tratamientos	Campaña I Área foliar (cm²)	Campaña II Área foliar (cm²)	Campaña III Área foliar (cm²)	Promedio Área foliar (cm²)
T1	267.87b	292.27b	300.47b	286.87b
T2	358.33a	382.92a	390.95a	**377.40[a]**
T3	365.53a	390.07a	398.00a	**384.53[a]**
CV (%)	5.80.	6.20	6.42	6.29
ES±	4.31***	4.35***	4.37***	4.40**

Medias en la misma columna con diferente letra difieren entre sí (P≤0.01).

Tabla 4. Efecto de la fertilización en el desarrollo de las posturas de cafetos (Promedio tres campanas).

Tratamientos	Campaña I Área foliar (cm²)	Campaña II Área foliar (cm²)	Campaña III Área foliar (cm²)	Promedio Área foliar (cm²)
F1	254.13c	278.73c	286.53c	273.13c
F2	330.20b	354.38b	363.02b	349.20b
F3	407.40a	432.14a	439.87a	**426.47[a]**
CV (%)	5.80.	6.20	6.42	6.29
ES±	4.31***	4.35***	4.37***	4.40***

Medias en la misma columna con diferente letra difieren entre sí (P≤0.01).

Blandón (2008), al estudiar tres tipos de sustratos y fertilizantes en tubetes de 150 cm³, obtuvo los mejores resultados con el sustrato Pro-Mix® y la fertilización con Osmocote®, un fertilizante de liberación lenta y controlada que suministra nutrientes según la fase de crecimiento de la planta. Este método optimiza el uso de nutrientes, reduciendo el desperdicio y la contaminación (Palacios, 2008). En nuestro caso no se disponía de dicho fertilizante, los mejores resultados se alcanzaron cuando se aplicó el fertilizante mezclado con el sustrato previo al llenado de los tubetes y en el 3er y 5t0 par de hojas en forma líquida concentrado alrededor del tallo de las plantas sin hacer contacto con el área foliar, se garantizó por esta vía el suministro de nutrientes que las plantas necesitan para su óptimo desarrollo.

Los contenidos medios de nitrógeno, fósforo y potasio en las plantas, según los tres niveles de fertilización estudiados (F1, F2, F3), se presentan en las Figuras 1, 2 y 3.

Se observa que los niveles de los tres elementos aumentaron proporcionalmente con la aplicación de fertilizantes. Los mayores porcentajes de nitrógeno (2.27%), fósforo (0.24%) y potasio (2.53%) se lograron cuando el fertilizante se mezcló con el sustrato antes del llenado de los tubetes y en el tercer y quinto par de hojas. Resultados similares fueron obtenidos por Martínez (2005) en Guatemala al estudiar el efecto de la fertilización en el desarrollo de las posturas de cafeto en tubetes de 150 cm³ de capacidad.

Durante la etapa de vivero, el fósforo y el nitrógeno son los elementos más importantes para garantizar un óptimo crecimiento de las plantas. El nitrógeno favorece un crecimiento vegetativo rápido y la formación de una adecuada área fotosintética, mientras que el fósforo estimula el desarrollo del sistema radical (Molina, 2000). Este periodo puede durar entre cinco y ocho meses, tiempo en el cual pueden realizarse entre tres y cuatro aplicaciones de fertilizantes, dependiendo de la fertilidad del sustrato y del estado nutricional de las plantas (Espinosa, 1998).

Los resultados de los análisis permiten identificar los síntomas de deficiencia de nutrientes (Rivera & Soto, 2012) Sin embargo, el uso más relevante de estos análisis es la determinación del nivel de fertilidad del sustrato y la dosis de fertilizantes necesaria para satisfacer los requerimientos del cultivo. A pesar de ser el objetivo más importante, este es también el menos comprendido y aplicado (Espinosa, 1998).

El fósforo es un elemento de baja movilidad en el suelo y, en su primer año, las plantas solo absorben entre el 10% y el 30% del total aplicado (Espinosa, 1998). Comparaciones entre fuentes de fosfatos en forma líquida y sólida no han mostrado diferencias significativas en cuanto a efectividad agronómica. Cuando el fertilizante fosfórico se aplica junto con nitrógeno, el fósforo se vuelve más disponible para la planta en comparación con su aplicación sin nitrógeno.

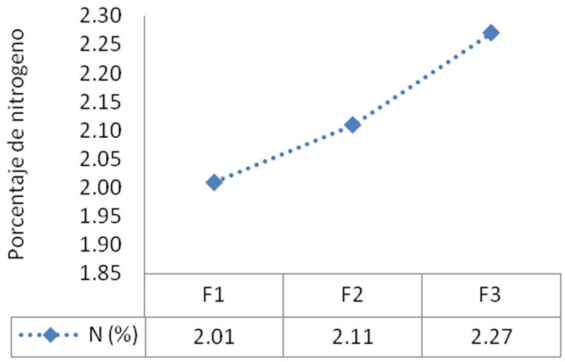


Figura 1. Contenido medios de nitrógeno (%) en las plantas con diferentes niveles de fertilidad en el sustrato.

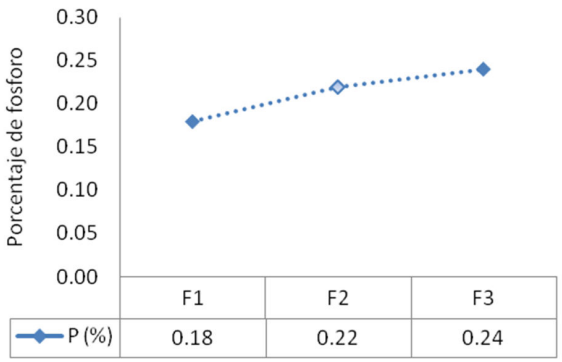


Figura 2. Contenido medios de fósforo (%) en las plantas con diferentes niveles de fertilidad en el sustrato.

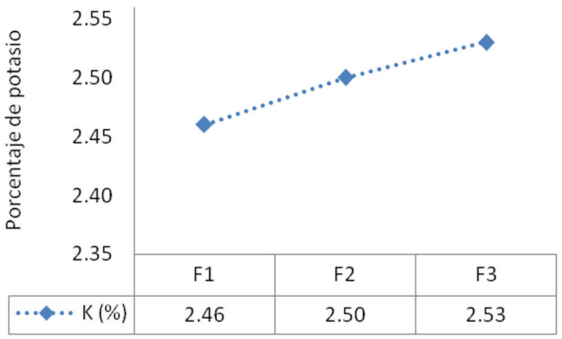


Figura 3. Contenido medios de Potasio (%) en las plantas con diferentes niveles de fertilidad en el sustrato.

La influencia del nitrógeno en la absorción del fósforo es particularmente relevante en las primeras etapas de desarrollo de las plantas, alcanzando hasta un 60% en cultivos como el maíz. Esto explica el efecto positivo observado cuando se utilizó una fórmula completa de fertilizante rica en fósforo y nitrógeno. Se ha determinado que el potasio es el elemento menos requerido durante esta fase del desarrollo del cafeto (Rivera et al., 2003).

CONCLUSIONES

1. Los valores morfológicos más altos de las posturas se obtuvieron en los tubetes de 180 cm³ y 220 cm³ de capacidad cuando el fertilizante se mezcló con el sustrato antes del llenado de los tubetes y se aplicó en el tercer y quinto par de hojas. No se observaron diferencias significativas en comparación con el testigo de producción.
2. Las posturas con los valores morfológicos más bajos se registraron en los tubetes de 120 cm³ cuando únicamente se aplicó fertilizante mezclado con el sustrato previo al llenado.
3. Las posturas desarrolladas en los tubetes de 180 cm³ y 220 cm³ cumplieron con los requisitos establecidos para su plantación. En contraste, aquellas producidas en los tubetes de 120 cm³ no reunieron dichas condiciones.
4. La aplicación de fertilizantes tuvo un efecto positivo en el desarrollo de las posturas de cafeto y en sus contenidos nutrimentales (N, P y K). Estos valores se incrementaron independientemente de la capacidad de los tubetes empleados.

BIBLIOGRAFÍA

Blandón, J. L. (2008). *Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización* [PhD Thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana]. https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/849/1/T2552.pdf

Cochran, W. G., & Cox, G. M. (1990). Diseños experimentales. *Ed. Trillas, SA de CV México*, 132-135.

Espinosa, J. (1998). Análisis foliar: Fundamentos y métodos de evaluación. En *Informaciones agronómica (33)* (p. 15). Instituto de la Potasa y el Fosforo. A.S. https://agris.fao.org/search/en/providers/122633/records/647246ad53aa8c8963048005

FAO. (2015). *WRB-World Reference Base for Soil Resources. Classification Key. FAO AGL.* http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrbnewkey.stm

Fernández, F. (1999). *Manejo de las asociaciones micorrízicas arbusculares sobre la producción de posturas de cafeto (C. arabica L. var. Catuaí) en algunos tipos de suelos.* [PhD Thesis]. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas.

González, D. O. (2001). *Comparación entre la bolsa y el" conomacetero" o" tubete" en la producción de plantas de café* [PhD Thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana]. https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1366/1/CPA-2001-T043.pdf

Hernández, A., Pérez-Jimenéz, J. M., Mesa-Nápoles, Á., Fuentes-Alfonso, E., & Bosch-Infante, D. (1999). *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba.* Instituto de suelos.

Irigoyen, J. N. (1997). *Pasos para la producción apropiada de viveros de café* (p. 4). PROCAFE.

Martínez, A. R. (2005). *Evaluación de diferentes sustratos, empleando la técnica de tubete para producir plántulas de café (Coffea arábica L.) var. Catuaí, en etapa de vivero, finca Monte Maria, San Juan Alotenango, Sacatepéquez* [Ingeniero Agrónomo Tesis de Grado]. Universidad de San Carlos de Guatemala.

MINAGRI. (1987). *Suelos: Análisis químico. Reglas generales*.

MINAGRI. (1988). *Suelos: Análisis químico. Reglas generales*.

MINAGRI. (2013). *Instructivo Técnico Café Arábigo (Coffea arábica L.)*. Dirección de café y cacao del grupo empresarial de agricultura de montaña e Instituto de Investigaciones Agroforestales.

Molina, E. (2000). *Nutrición y fertilización del pejibaye para palmito* (Informaciones Agronómicas. Educación No. 38; p. 15). Instituto de la Potasa y el Fósforo INPOFOS. https://www.researchgate.net/profile/Eloy-Molina/publication/242647996_NUTRICION_Y_FERTILIZACION_DEL_PEJIBAYE_PARA_PALMITO/links/0f31752d7eaa31422c000000/NUTRICION-Y-FERTILIZACION-DEL-PEJIBAYE-PARA-PALMITO.pdf

Palacios, G. (2008). Fertilizante Osmocote. *San Pedro Sula*, 1-12.

Ríos, C., Muñoz, P., Zaldivar, M., & Rukis, T. (1982). Métodos para realizar el análisis zootécnico de los alimentos en los laboratorios agroquímicos, Estación Experimental «Escambray». *Instituto de investigaciones de Suelo y Agroquímica. Ministerio de la Agricultura CIDA*, 1-33.

Rivera, R., Fernández, F., & Hernández, A. (2003). *El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe*. INCA Ediciones. La Habana, Cuba. 166.

Rivera, R., & Soto, F. (2012). *El Cultivo del cafeto en Cuba. Investigaciones y resultados*.

Sánchez, C. (2001). *Uso y manejo de los hongos micorrizógenos arbusculares y los abonos verdes en la producción de posturas de cafeto (Coffea arabica L) en tres tipos de suelos representativos del macizo Guamuhaya* [PhD Thesis]. Tesis presentada para optar por el grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.

Sánchez, C., Caballero, D., Cupull, R., González, C., Rivera, R., & Urquiaga, S. (2009). Los abonos verdes y la inoculación micorrízica de plántulas de Coffea arabica sobre suelos Cambisoles Gléyicos. *Cultivos Tropicales*, *30*(1), 00-00. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362009000100007&script=sci_arttext

Sánchez, C., Caballero, D., Rivera, R., & Cupull, R. (2006). Respuesta de cepas de hongos micorrizógenos (HMA) sobre el desarrollo de posturas de cafeto (Parte I). Suelo Pardo Gleyzoso. *Centro Agrícola*, *33*(1), 33-38. https://

www.researchgate.net/profile/Ramon-Rivera-6/publication/228703949_Respuesta_de_cepas_de_hongos_micorrizogenos_HMA_sobre_el_desarrollo_de_posturas_de_cafeto_I_Parte_Suelo_pardo_gleyzoso/links/545141ce0cf2bf864cba8f53/Respuesta-de-cepas-de-hongos-micorrizogenos-HMA-sobre-el-desarrollo-de-posturas-de-cafeto-I-Parte-Suelo-pardo-gleyzoso.pdf

Soto, F. (1980). ESTIMACION DEL AREA FOLIAR EN C. arabica L. A PARTIR DE LAS MEDIDAS LINEALES DE LAS HOJAS. *Cultivos tropicales*, *2*(3), 5-128. https://ediciones.inca.edu.cu/files/anteriores/1980/3/CT02310.pdf

Trujillo, E. (2012). *Aspectos económicos y financieros en plantaciones forestales*. 24.

ANEXO I. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL DESARROLLO DE LAS POSTURAS DE CAFETOS (PROMEDIO TRES CAMPAÑAS)

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Pares de hojas (#)	Área foliar (cm²)	Masa Seca Total (g)
1. T1F1	9.00e	0.17f	6.00b	233.40e	1.76d
2. T1F2	14.42cd	0.26d	6.00b	295.00b	2.66c
3. T1F3	15.80c	0.32c	6.80ab	332.20c	2.80c
4. T2F1	14.42cd	0.23e	6.80ab	291.40d	2.81c
5. T2F2	19.96b	0.33bc	6.80ab	370.60b	3.64b
6. T2F3	22.64a	0.38a	7.00a	470.20a	4.68a
7. T3F1	15.44cd	0.24de	6.80ab	294.60d	2.90c
8. T3F2	18.94b	0.34b	6.80ab	382.00b	3.80b
9.T3F3	23.44a	0.39a	7.00a	477.00a	4.66a
10. N.tec.	24.10a	0.40a	7.20a	494.00a	4.78a
CV (%)	6.38	5.42	6.82	6.29	6.72
ES±	0.52***	0.01***	0.25*	7.61***	0.10***

Medias en la misma columna con diferente letra difieren entre sí (P≤0.01).