

Efecto combinado de cascarilla de arroz carbonizada con fertilizante de liberación controlada en el desarrollo de posturas de *Coffea arabica* L. Variedad "Isla 6_14".

Combined effect of burned rice husks with controlled release fertilizer on the development of seedlings of *Coffea arabica* L. Variety "Isla 6_14".

Delvis Valdés Zayas¹; Lismary Rodríguez González¹
Amaray Ortiz Arboláez²; Oscar Lorenzo Carrera Sotero¹
Úrsula Cristina Pomares Ortega¹; Mercedes Cecilia Hernández Quesada¹

Recibido para publicación: 16 de febrero de 2023 - Aceptado para publicación: 21 de marzo de 2023

RESUMEN

La región de Jibacoa produce niveles importante de arroz, lo cual genera elevados niveles de cascarilla, siendo esta una alternativa como fertilizante, las bondades de la tecnología de los tubetes para la producción de posturas junto con la combinación de la cascarilla de arroz con tierra, como sustrato, es una opción para producir posturas de café en la región. El experimento se desarrolló en el vivero de la Estación Experimental Agroforestal Jibacoa, provincia de Villa Clara, Cuba, ubicada en los 22°.01'N y 79°.58'O, en el período comprendido entre noviembre 2019 y junio 2020, se evaluaron el efecto de diferentes proporciones de cascarilla de arroz carbonizada (CAC) y dosis de Multicote® en el desarrollo de posturas de café utilizando como envases los tubetes. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, con un esquema factorial, con 26 tratamientos. Cuando las plantas arribaron a los siete meses se evaluó en 20 plantas por tratamientos las variables: altura, diámetro del tallo, número de pares de hojas, área foliar y masa seca total. El tratamiento consistente en 25% CAC + 75% de suelo + 3 g de Multicote® fue el que mejores resultados mostró en el comportamiento de los valores de las medias sobre la altura de la planta, el diámetro del tallo y el número de hojas de las posturas de *Coffea arabica* L. Variedad "Isla 6_14".

Palabras clave: Tubetes, vivero, postura, crecimiento, tratamiento, café.

¹Centro Universitario Municipal Trinidad. Universidad de Sancti Spiritus. Cuba

² Estación Experimental Agroforestal Jibacoa, Municipio Manicaragua, Provincia Villa Clara. Cuba

*Autor para correspondencia: Delvis Valdés Zayas
Email: delvis@uniss.edu.cu

ABSTRACT

The Jibacoa region is a rice producing region generating high amounts of husk, used as an alternative for fertilizer. The convenience of tube technology for seedling production using rice husk combined with soil, as a substrate, is an option to produce coffee seedlings in the region. The experiment was carried out in the nursery of the Jibacoa Agroforestry Experimental Station, Villa Clara province, Cuba, located at 22°.01'N and 79°.58'W, in the period between November 2019 and June 2020. The effect of different proportions of burned rice husks (BRH), soil and different Multicote® doses on the development of coffee seedlings established in tubes as containers was evaluated. A factorial completely randomized experimental design was used with 26 treatments. Seven months after the establishment, the variables height, stem diameter, number of paired leaves, leaf area and total dry mass were evaluated in 20 plants per treatment: The treatment consisting of 25% BRH + 75% soil + 3 g of Multicote® reported the highest mean values of height, stem diameter and number of leaves of seedlings of *Coffea arabica* L. Variety "Isla 6_14".

Keywords: Tubetes, nursery, posture, growth, treatment, coffee.

Cómo citar

Valdés Zayas, D., Rodríguez Gonzáles, L., Ortiz Arboláez, A., Carrera Sotero, O.L., Pomares Ortega, Ú. C., Hernández Quesada, M.C. 2023. Efecto combinado de cascarilla de arroz carbonizada con fertilizante de liberación controlada en el desarrollo de posturas de *Coffea arabica* L. Variedad "Isla 6_14". *Temas Agrarios* 28(1): 82-94. <https://doi.org/10.21897/ta.v28i1.3347>



Temas Agrarios 2023. Este artículo se distribuye bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>), que permite copiar, redistribuir, remezclar, transformar y crear a partir del material, de forma no comercial, dando crédito y licencia de forma adecuada a los autores de la obra.

INTRODUCCIÓN

El cafeto (*Coffea arabica* L.) es originario de las altas mesetas de Etiopía, se introdujo en el continente americano a principios del siglo XVIII, su distribución abarca desde Cuba a 22° de latitud Norte hasta el Paraná en Brasil, a 26° de latitud Sur, con algunas plantaciones fuera de estos límites ecológicos (Valencia, 1998). El cultivo se desarrolla en una superficie de aproximadamente 12,5 millones de hectáreas de 80 países, generando ingresos anuales alrededor de 200.000 millones de dólares, de ellos los caficultores reciben aproximadamente el 10% (Vértiz, 2017; Gómez, 2019).

La producción mundial de café, entre los años 2019 y 2020, fue de 174.6 millones de sacos de 60 kg, participando las especies *Coffea arabica* L. 59,5% con mejor calidad a la taza y precio en el mercado, y *Coffea canephora* P. 40,5% (FIRA, 2020). La calidad de la bebida depende del origen genético, latitud, altitud, clima del lugar de cultivo, tipo de suelo, cuidados sanitarios, prácticas agronómicas, cultura cafetera, calidad de la cosecha, tipo y control durante el proceso de beneficio, trilla, almacenamiento, torrefacción y preparación de la bebida, entre otras (Díaz *et al.*, 2021).

En Cuba en los últimos 20 años, ha disminuido significativamente la producción y los rendimientos, debido a la combinación de factores edafoclimáticos, sociales, tecnológicos y económicos, entre otros. Su producción se concentra en cuatro sistemas montañosos: Nipe-Sagua-Baracoa, Sierra Maestra, Guamuhaya y Guaniguanico. La distribución territorial del café el 90% de las plantaciones se localizan en la región oriental, el 7% en la central y el 3% en la occidental (Soto, 2001; Legra, 2021).

El país dedica 65 mil hectáreas al cultivo del café en zonas montañosas (todas bajo

sombra), y sobre una variedad de suelos que incluye, Pardos, Ferralíticos, Fersialíticos y Ferríticos, predominando sobre ellos plantaciones de la especie *Coffea arabica* L. (65%), con las combinaciones de variedades resistentes a roya (Isla 6-14, Isla 5-15, Isla 6-11, Lafernó) y variedades tradicionales (Caturra Rojo, Catuai, Typica y Borbón) y por otra parte la especie *Coffea canephora* L. (var. Robusta) que se cultiva principalmente en zona de menor altitud y de precordillera, destinando su producción al consumo nacional (Legra, 2021).

Actualmente se producen en el país 9300 toneladas de café, de ellas 75% robusta y el 25% arábico. Entre los problemas fundamentales que afectan la producción cafetalera en esta región se destacan, el déficit de fuerza de trabajo, que unido al de los insumos y a las indisciplinas tecnológicas (Sánchez, 2006).

En el mundo la producción de posturas de café se realiza fundamentalmente en bolsas de polietileno negro que tienen diferentes dimensiones de acuerdo al tiempo en 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 utilizando tubetes plásticos, y se ha demostrado que se obtienen posturas de óptima calidad, aumentándose la eficiencia de la mano de obra en llenado, riego y trasplante, reduciendo la cantidad de insumos usados y los costos transporte del vivero a la finca, en relación a la producción en bolsa (Blandón, 2008; Trujillo, 2012).

En Cuba la producción de postura se realiza fundamentalmente en bolsas de polietileno negro de 14 × 22 cm (Sánchez *et al.*, 2016); Sin embargo, en los últimos años se ha incrementado la producción de posturas

empleando tubetes de 180 cm³ con buenos resultados (Sánchez *et al.*, 2018). En la actualidad se utilizan diferentes tipos de fertilizantes de liberación controlada en las producciones hortícolas y viveros, se destaca el Multicote® que es un fertilizante recubierto con polímeros biodegradables (Haifa Group, 2014).

La valorización de residuos constituye uno de los campos de investigación a nivel mundial, por ser una de las alternativas más apropiadas para desarrollar tecnologías sostenibles (Meneghelli *et al.*, 2018). La cáscara de arroz por sus escasas propiedades nutritivas y alto contenido de sílice no debe ser utilizada en la alimentación animal (Telenchana, 2018), pero al ser quemada se obtiene un nuevo residuo que se utiliza con buenos resultados en la actividad agrícola (Rodríguez, 2013). La Cascarilla de Arroz Carbonizada (CAC) es uno de los sustratos más utilizados en la producción de posturas en tubetes, el quemado de esta, varía entre un 50 y 100%, respectivamente, según el grado de carbonización que se desee, nunca se debe dejar llegar hasta cenizas. Esta práctica aumenta la retención de agua fácilmente disponible para las plantas (Calderón, 2001).

El objetivo de esta investigación, consistió en evaluar el efecto de la aplicación de diferentes proporciones de suelo y cascarilla de arroz carbonizada (CAC), así como de diferentes dosis de Fertilizante de Liberación Controlada (Multicote®) en el crecimiento de posturas de *Coffea arabica* L. variedad "Isla 6_14".

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el vivero de la Estación Experimental Agroforestal Jibacoa, provincia de Villa Clara, Cuba, ubicado a 22°.01'N y a 79°.58'O, a 340 m.s.n.m, en el período comprendido entre

noviembre 2017 y junio 2018. Se empleó un suelo Pardo Gleyzoso (Hernández *et al.*, 2015). Para caracterizar su estado de fertilidad química, al inicio del experimento se tomaron tres muestras compuestas por 5 submuestras (0-20 cm de profundidad). Las determinaciones realizadas fueron:

- El se determinó el Ph por el método potenciométrico en KCl: relación suelo-solución 1:2,5 (NC ISO 10390,1999).
- La Materia orgánica (%), se determinó por el Método Wakley - Black. Colorimetría. Oxidación con Dicromato de Potasio 1N y Ácido Sulfúrico concentrado (NC ISO 10390,1999).
- El P₂O₅ y K₂O, se determinó por el Método de Oniani. Fósforo por Colorimetría (NRAG 279, 1980) y Potasio por Fotometría de Llamas. Extracción con Ácido Sulfúrico 0,1 N, relación suelo - solución 1:2,5; 3 minutos (NC 52, 1999).
- Ca y Mg se determinaron por el Método Solución Extractiva NH₄ (CH₃COO) 1N de pH = 7. Ca y Mg: valoración EDTA (NC 65, 2000).

El experimento se estableció en un diseño completamente aleatorizado, con un esquema factorial, con 26 tratamientos, que resultaron de la combinación de cinco proporciones de Suelo-Cascarilla de arroz Carbonizada (CAC):0, 25, 50, 75 y 100% y cinco dosis de fertilizante de liberación controlada (FLC) Multicote® de la fórmula (18-6-12) 0, 1, 2, 3 y 4g, respectivamente, por tubetes de 180 cm³ (Equivalente a 0; 0,06; 0,12; 0,18; 0,24g, respectivamente, de P₂O₅ respectm) y un testigo de referencia. El testigo de producción 3:1 Suelo Cachaza, en bolsas de polietileno de 14 × 22cm (normas técnicas).

Posteriormente se realizó un riego ligero para homogenizar y facilitar la absorción del fertilizante y evitar posibles quemaduras de

las hojas (Sánchez *et al.* 2016). El Multicote® se aplicó en el momento de preparar el sustrato según la dosis estudiada en cada tratamiento, que se correspondieron con 0; 5,5; 11; 16,5; y 22 kg/m³ de mezcla.

Los tubetes utilizados tienen una capacidad de 180 cm³ con un peso de aproximadamente 22g. Las bandejas son de 9 x 6 tubetes que equivale a 54 tubetes/bandeja, en cada tubete se sembró una plántula en estado de fosforito de *Coffea arabica* L. variedad "Isla 6-14" previamente pregerminada en arena. (Figura 1).



Figura 1. Bandejas y tubetes empleados en el experimento.

Para medir el crecimiento de las posturas de café, se tuvieron presente determinados parámetros fisiológicos tales como: altura del tallo, diámetro del tallo, número de hojas, área foliar y ganancia en materia seca, cuando las posturas alcanzaron los siete meses, se evaluaron en 20 plantas, escogidas al azar, en cada tratamiento, dichas plantas escogidas al azar fueron de la parte central de cada bandeja para evitar el Efecto Borde, las variables medidas fueron las siguientes:

- Altura de la planta: Se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice (cm).
- Diámetro del tallo: Se midió con un pie de rey a 1 cm del cuello (cm).
- Número de pares de hojas: Se realizó por conteo, considerando una hoja completamente formada cuando alcanzó más de 10 cm² de área foliar.
- Área foliar: Esta variable se estimó utilizando el método desarrollado por Soto (1980), a partir de las dimensiones lineales de las hojas y la posterior aplicación de la siguiente fórmula: $AF = \text{largo} \times \text{ancho} \times 0,64$ (cm²).
- Masa seca: Las plantas se separaron por órganos (hojas, tallos, raíz) y se colocaron en una estufa a 65oC hasta alcanzar masa seca constante. Se determinó el valor a cada órgano (g), masa seca total (sumatoria de la masa seca de la raíz, tallo y hojas).

Los datos se procesaron mediante un Análisis de Varianza Bifactorial mediante el programa InfoStat (Balzarini *et al.*, 2008). La comparación de las medias se hizo mediante la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan referidos por Cochran y Cox (1990) con $P \leq 0,05$ como criterio comparativo entre estos.

Se realizaron Análisis de Regresión Polinómicas entre las proporciones de Suelo-CAC carbonizadas, la dosis creciente de Multicote® contra el área foliar, por expresar esta variable una adecuada respuesta del desarrollo integrado de las posturas de cafetos (Rivera *et al.*, 2003).

Se utilizó como sombra la proyectada por una Malla de Sarán Negra, con un paso de luz de 50%. Las actividades agrotécnicas se

realizaron según se establece en las Instrucciones Técnicas para el Cultivo Café (Díaz *et al.*, 2013). En los casos en que se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, se aplicó la Prueba de Comparación de Rangos Múltiples de Duncan, referidos por Cochran y Cox (1990) con $P \leq 0.01\%$ como criterio comparativo entre estos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de determinar las principales características físicas y químicas del suelo utilizado: se destaca por ser ligeramente ácido Ph. 6,20, con contenidos medios de materia orgánica 3,72 % y alto en Fósforo 23,44 mg.100, en Potasio 18,82 mg., en Calcio 9,4 cmol.kg⁻¹ y en Magnesio 2,38 cmol.kg⁻¹ según Martín (2012) y corresponde con los suelos Cambisoles Gléyicos de acuerdo con el World Reference Base for Soil Resources (WRB, 2019); que son representativos de las zonas premontañas de la Región Central de Cuba (Macizo Montañoso de Guamuhaya) entre 340-400 m.s.n.m, (Sánchez *et al.*, 2006).

La mayor altura de las posturas de café, se obtuvo en los aquellas que se encontraban bajo la influencia de los siguientes tratamientos: 75% CAC + 25% de suelo + 2 g de Multicote®, 75% CAC + 25% de suelo + 3 g de Multicote®, 75% CAC + 25% de suelo + 4 g de Multicote®, 50% CAC + 50% de suelo + 4 g de Multicote®, 25% CAC + 75% de suelo + 2 g de Multicote®, 25% CAC + 75% de suelo + 3 g de Multicote®, 25% CAC + 75% de suelo + 4 g de Multicote® y 100% de suelo + 4 g de Multicote®, no existiendo diferencias significativas entre los valores de sus medias; pero si de estos respecto a la media del testigo, alcanzando las posturas bajo la influencia de los tratamientos antes mencionados una altura promedio

aproximada de 27cm, contra los 27,3 cm del testigo (Tabla 1.).

Al comparar las medias de estos tratamientos, tanto del testigo como la de los tratamientos antes mencionados con las medias de otros tratamientos, como por ejemplo, el tratamiento consistente en 100% CAC + 0 g de Multicote®, se puede observar que existen diferencias significativas entre las medias de los valores que alcanza la altura de las posturas que están bajo este tratamiento y la de los tratamientos anteriores, alcanzando las medias de este tratamiento (100% CAC + 0 g de Multicote®), los valores más bajos, alcanzando las posturas una altura promedio de aproximadamente , de tan solo 7cm, esto evidencia la influencia positiva del empleo de Multicote®) combinado con CAC en la altura que alcanzan las posturas de café, muestra de ello que en la medida que se incrementa la cantidad de Multicote®) combinado con CAC mayor altura alcanzan las posturas de café, esto se evidencia cuando se aplica 1g de Multicote®) combinado con 100 %de CAC se alcanza una altura promedio aproximada de 20,3cm, siendo significativa la diferencia de los valores de las medias de las alturas alcanzadas cuando se aplica el tratamiento de 100% CAC + 0 g, que como se dijo anteriormente tan solo se logra una altura aproximada de tan solo 7cm.

En la influencia de los tratamientos sobre el diámetro del tallo, Tabla 1, se observó que el mayor valor se obtuvo fue el de 25% CAC + 75% de suelo + 3 g de Multicote®, presentando diferencias significativas con el testigo, el cual al ser aplicado provoca un crecimiento aproximado del diámetro del tallo de unos 0,37cm respecto a unos 0,40cm que alcanza el testigo, aquí ocurre un comportamiento similar a lo anterior, en lo referido al incremento de la cantidad de

Multicote® en su combinación con CAC, y su influencia positiva en el aumento del diámetro del tallo, se puede ver que cuando se aplica el tratamiento consistente en 100% CAC + 0 g de Multicote®, el diámetro que alcanzó fue de 0,16 cm; sin embargo, cuando se incrementa la cantidad de Multicote® a 1g combinado con 100 % de CAC se logra un aumento del diámetro del tallo hasta los 0,29 cm, mostrando diferencias significativas.

La influencia de los tratamientos sobre el número de hojas, mostró varios tratamientos que muestran los valores más elevados: 100% CAC + 2 g de Multicote®, 100% CAC + 3 g de Multicote®, 100% CAC + 4 g de Multicote®, 100% CAC + 4 g de Multicote®, 75% CAC + 25% de suelo + 2 g de Multicote®, 75% CAC + 25% de suelo + 3 g de Multicote®, 75% CAC + 25% de suelo + 4 g de Multicote®, 25% CAC + 75% de suelo + 2 g de Multicote®, 25% CAC + 75% de suelo + 3 g de Multicote®, 25% CAC + 75% de suelo + 4 g de Multicote®, 100% de suelo + 2 g de Multicote® y 100% de suelo + 3 g de Multicote®, no existiendo diferencias significativas entre las medias de los valores del parámetro número de hojas bajo la influencia de los tratamientos anteriores, los cuales alcanzan un valor aproximado de 7 hojas por planta; pero si muestran diferencias significativas entre los valores de estas medias y el valor de la media del testigo, el cual presentó un valor aproximado de 7,5 hojas por plantas. Si se hace el análisis de la influencia cantidad de Multicote® combinado con CAC en el incremento de la cantidad de hojas por plantas, existe una tendencia parecida a la que exhiben los parámetros anteriores (Tabla 1).

En lo referido a la influencia de los tratamientos el área foliar de las posturas de café, se obtuvo que los mayores valores se obtienen en posturas de café bajo la influencia de los siguientes tratamientos: 75%

CAC + 25% de suelo + 2 g de Multicote®, 75% CAC + 25% de suelo + 3 g de Multicote®, 75% CAC + 25% de suelo + 4 g de Multicote® y 50% CAC + 50% de suelo + 4 g de Multicote®, no existiendo diferencias significativas entre los valores de las medias del área foliar de las posturas de café bajo la influencia de estos tres tratamientos, con un valor promedio aproximado de 433,2 cm²; sin embargo si existen diferencias significativas entre los valores de estas medias y el valor de las medias del testigo (Tabla 1.).

Por último, al analizar el efecto de los tratamientos en las ganancias de materia seca se apreció que los mayores valores alcanzados y con diferencias significativas al testigo se logró en los tratamientos: 75% CAC + 25% de suelo + 2 g de Multicote®, 75% CAC + 25% de suelo + 3 g de Multicote®, 75% CAC + 25% de suelo + 4 g de Multicote® y 25% CAC + 75% de suelo + 2 g de Multicote® (los valores de las medias de las posturas sometidas a estos tratamientos no muestran diferencias significativas entre ellas), con una ganancia de materia seca aproximada de 4,1 g respecto a los 4,31g del testigo, aquí ocurre algo similar a los casos anteriores, en lo referido a la influencia del aumento de la cantidad de la combinación Multicote® y CAC en el efecto positivo sobre el parámetro fisiológico.

Estos resultados, de forma general, corroboran los obtenidos por Vallone (2003) quien al investigar la producción de posturas de café en tubetes, obtuvo el mejor desarrollo de las plantas cuando el sustrato estuvo compuesto entre 50 y 70%, de CAC. Cuando se hace una evaluación general de los resultados de los valores de las medias mostrados por las posturas de café se puede observar que el tratamiento consistente en 25% CAC + 75% de suelo + 3 g de Multicote® incide de forma positiva en tres parámetros fisiológicos,

altura de las posturas, diámetro del tallo y número de hojas, siendo en el caso del diámetro del tallo el que mejores resultados provoca.

Cuando se aplicó un gramo de Multicote® por tubete se incrementó el desarrollo de las

posturas con relación a la no aplicación de este fertilizante en todas las proporciones estudiadas (Figura 2) pero en ninguno de los tratamientos se obtuvieron los valores mínimos de 300 cm² área foliar recomendado como óptimos para que una postura sea plantada según (Rivera *et al.*, 2003)

Tabla 1. Efecto de la cascarilla de arroz CAC y dosis de Multicote en el desarrollo de plántulas de café var. "Isla 6_14".

No.	Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro tallo (cm)	Pares de hojas (No.)	Masa Seca Total (g)	Área foliar (cm ²)
1	100% CAC + 0 g de Multicote®	6,64 i	0,16 n	5,67 fg	0,23 i	60,00 j
2	100% CAC + 1 g de Multicote®	20,30 f	0,29 k	6,78 bc	2,42 f	213,25 g
3	100% CAC + 2 g de Multicote®	24,48 cd	0,35 gh	7,00 b	3,60 de	360,73 e
4	100% CAC + 3 g de Multicote®	24,68 cd	0,35 fgh	7,00 b	3,60 de	367,47 e
5	100% CAC + 4 g de Multicote®	24,24 cd	0,36 efg	7,11 b	3,68 de	368,89 e
6	75% CAC + 25% de suelo + 0 g de Multicote®	12,10 h	0,22 l	5,22 h	0,57 h	73,71 ij
7	75% CAC + 25% de suelo + 1 g de Multicote®	19,94 f	0,35 fgh	6,56 cd	2,56 f	270,05 f
8	75% CAC + 25% de suelo + 2 g de Multicote®	27,11 b	0,38 cde	7,22 b	4,07 c	435,20 b
9	75% CAC + 25% de suelo + 3 g de Multicote®	26,67 b	0,38 cde	7,11 b	4,05 c	429,73 bc
10	75% CAC + 25% de suelo + 4 g de Multicote®	26,78 b	0,38 cde	7,00 b	4,11 c	432,97 b
11	50% CAC + 50% de suelo + 0 g de Multicote®	12,06 h	0,21 lm	5,78 fg	0,55 h	84,75 i
12	50% CAC + 50% de suelo + 1 g de Multicote®	22,91 e	0,35 fgh	7,00 b	2,56 f	285,25 f

Continuación Tabla 1. Efecto de la cascarilla de arroz CAC y dosis de Multicote en el desarrollo de plántulas de café var. "Isla 6_14".

No.	Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro tallo (cm)	Pares de hojas (No.)	Masa Seca Total (g)	Área foliar (cm ²)
13	50% CAC + 50% de suelo + 2 g de Multicote®	28,44 a	0,41 a	7,50 a	4,47 a	477,57 a
14	50% CAC + 50% de suelo + 3 g de Multicote®	27,28 ab	0,40 abc	7,42 a	4,38 ab	468,09 a
15	50% CAC + 50% de suelo + 4 g de Multicote®	27,13 b	0,40 abc	7,11 b	4,25 bc	435,21 b
16	25% CAC + 75% de suelo + 0 g de Multicote®	12,49 h	0,21 l	5,89 ef	1,00 g	78,63 ij
17	25% CAC + 75% de suelo + 1 g de Multicote®	23,48 de	0,32 ij	6,56 cd	2,50 f	271,25 f
18	25% CAC + 75% de suelo + 2 g de Multicote®	27,00 b	0,38 cde	7,11 b	4,08 c	410,58 cd
19	25% CAC + 75% de suelo + 3 g de Multicote®	26,84 b	0,37 def	7,00 b	3,75 d	402,13 d
20	25% CAC + 75% de suelo + 4 g de Multicote®	27,00 b	0,35 gh	7,11 b	3,75 d	411,13 cd
21	100% de suelo + 0 g de Multicote®	11,93 h	0,19 m	5,44 gh	0,99 g	89,30 i
22	100% de suelo + 1 g de Multicote®	18,33 g	0,30 jk	6,22 de	2,42 f	170,78 h
23	100% de suelo + 2 g de Multicote®	25,03 c	0,33 hi	7,00 b	3,49 e	372,93 e
24	100% de suelo + 3 g de Multicote®	26,27 b	0,34 hi	7,00 b	3,51 e	372,00 e
25	100% de suelo + 4 g de Multicote®	26,83 b	0,33 hi	7,00 b	3,75 d	371,11 e
26	Testigo de producción	27,30 a	0,40abc	7,50 a	4,37 ab	470,00 a
ES ±	0,44**	0,13**	0,01**	0,07**	6,81***	
CV%	5,94	6,75	5,85	7,58	7,02	

*,**,*** Medias en la misma columna con diferente letra difieren entre sí según prueba de Duncan para $P \leq 0,05$ $P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$ respectivamente.

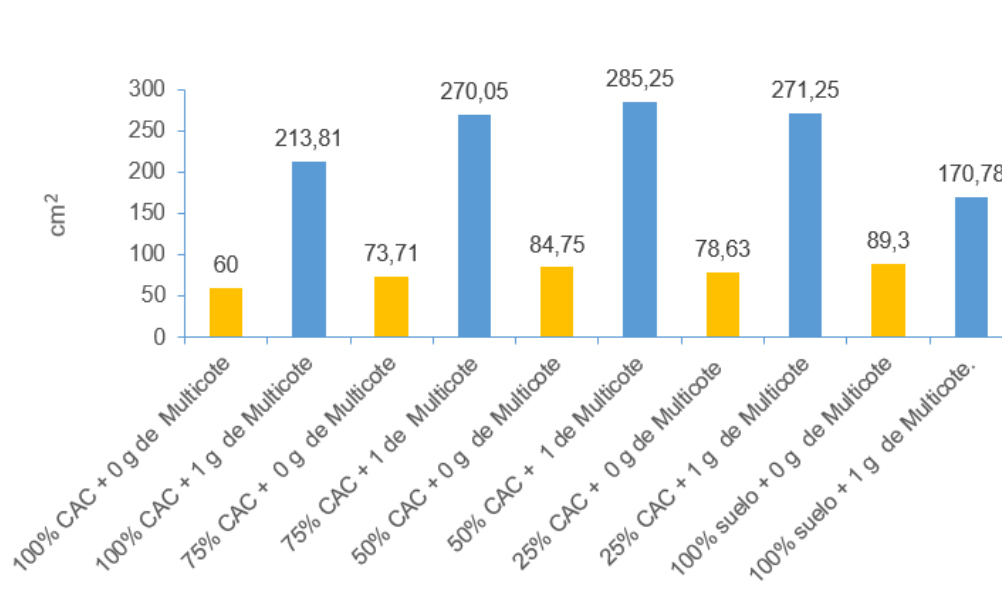


Figura 2. Proporciones de CAC - suelo con 0 y 1 gramo de Multicote

Estos resultados coinciden con los informados por Blandón (2008), quien obtuvo los valores más bajos en altura, área foliar y masa seca total, en las posturas de cafeto cuando no aplicó Fertilizante de liberación controlada (Osmocote) en relación a los tratamientos que recibieron dicho fertilizante. Al respecto Moraes (2007) al estudiar diferentes sustratos y dosis de Osmocote (FLC) informó que los sustratos empleado por sí solo no fueron capaces de proveer los nutrientes que requieren las posturas de cafeto, por lo que fue necesario complementar con FLC para lograr su óptimo desarrollo. Este autor obtuvo el mayor desarrollo de las posturas con la dosis de 13,06 Kg de Osmocote por m³ de sustrato.

Barbosa *et al.*, (2018) obtuvieron que los fertilizantes de liberación controlada generalmente promovieron mejoras en el crecimiento de las plántulas de café independiente del cultivar estudiado y

concluyeron que esto puede estar directamente relacionado con una mayor disponibilidad nutrientes minerales a lo largo de la etapa de crecimiento de las posturas. Al analizar las regresiones polinómicas entre el área foliar y las dosis crecientes de fertilizante de liberación controlada (Multicote®), en las proporciones Suelo- CAC estudiadas, se destaca que existe una alta correlación, se observó un mejor ajuste de los datos a la función cuadrática en las cinco proporciones (Figuras 3 y 4). Se pudo constatar que en las proporciones donde predominó la CAC (100%, 75%) y el suelo solo existió una respuesta creciente del área foliar con el aumento de las dosis de Multicote® hasta llegar a los tres gramos (Figura 3), aunque sin efectos significativos a partir de 2g (Tabla 1); mientras que cuando el sustrato estuvo representado por el 50% y 25% de CAC este efecto fue hasta 2 gramos con incrementos más acentuados en la proporción (Figura 4).

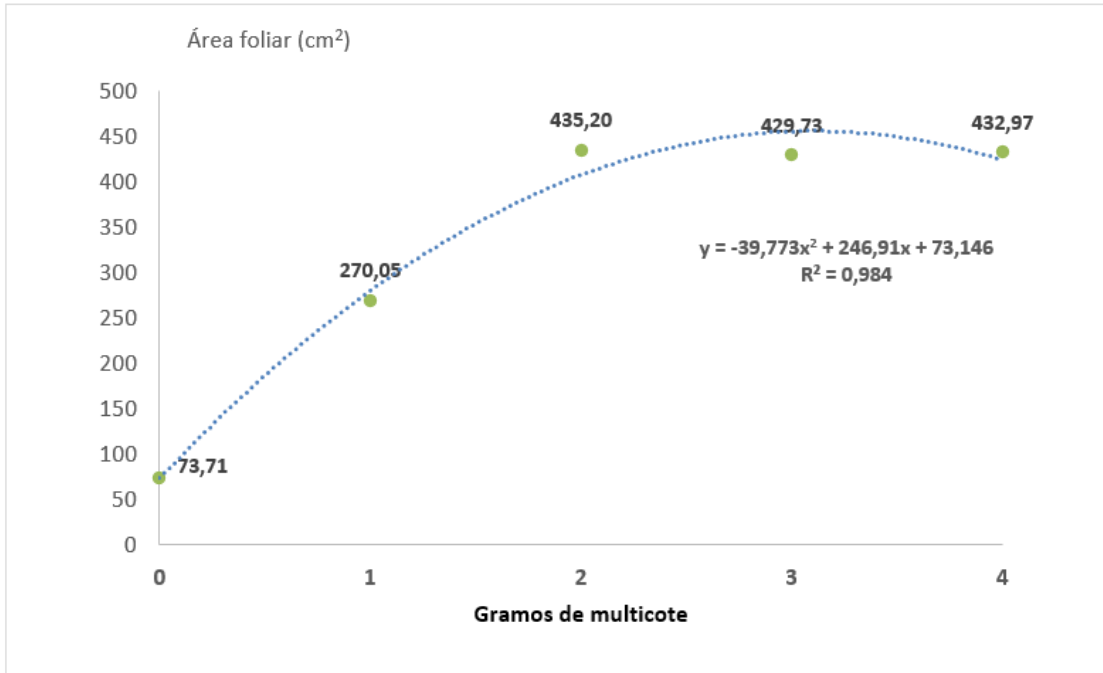


Figura 3. Regresión entre el área foliar en el 100% de CAC -0 suelo y dosis del Multicote®.

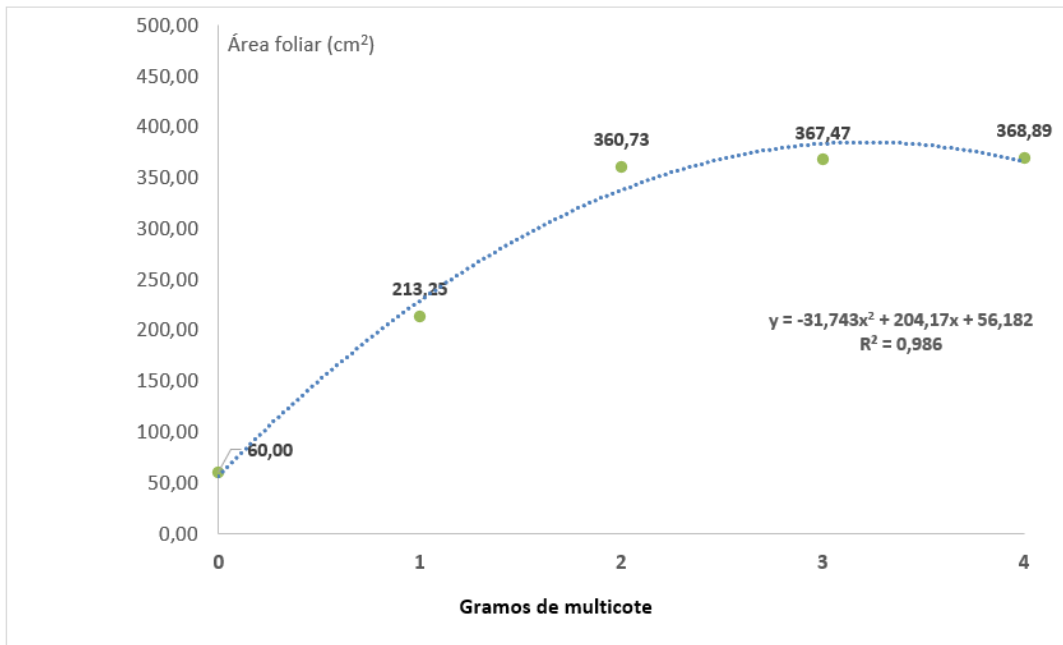


Figura 4. Regresión entre el área foliar en el 75% de CAC- 25% suelo y dosis del Multicote®.

CONCLUSIONES

El tratamiento consistente en 25% CAC + 75% de suelo + 3 g de Multicote® tiene incidencia positiva sobre los resultados de tres de los cinco parámetros fisiológicos evaluados, específicamente sobre la altura del tallo, el diámetro del tallo y el número de hojas por postura de *Coffea arábica* L. variedad "Isla 6_14".

Los tratamientos representados por la combinación del 50% y 25% de CAC y suelo también mostraron una tendencia al incremento del área foliar cuando se incrementó la cantidad de Multicote®, alcanzando los mejores resultados a los 2, g.

Recomendaciones

Se recomienda, siempre que sea posible y no se pierda la efectividad sobre los parámetros fisiológicos evaluados, emplear los tratamientos con menores cantidades de CAC, suelo y Multicote®, buscando un uso racional de los recursos materiales empleados, logrando disminuir los costos económicos y contribuyendo a una mayor preservación del medio ambiente.

Conflictos de intereses

La preparación y revisión del presente manuscrito contó con la participación de todos los autores, quienes declaramos que no existe ningún conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

REFERENCIAS

Balzarini, M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A. y Robledo C.W. 2008. Infostat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina, 336 pp.

Barbosa, P.O., De Rezende, A.L., Avila, R.G. y Nascimento, C. 2018. Crecimiento de mudas de cafeeiro em tubetes com fertilizante de liberação lenta. Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre, 10(1): 105-115.

Blandón, J. 2008. Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización. En: Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 20 pp.

Calderón, F. 2001. Que son los cultivos hidropónicos y el porqué de la hidroponía. Pp. 1 -20. En: Memorias, primer curso de hidroponía para la floricultura. Mayo 31 - junio 2, Bogotá.

Cochran, W. y Cox, G. 1990. Diseños experimentales. México Editorial Trellas. 132, 135

Díaz, A., López, Y., Suarez, C. y Díaz, L. 2021. Efecto del FitoMas-E y dos proporciones de materia. Orgánica sobre el crecimiento de plántulas de cafeto en vivero Rev. Centro Agrícola, 48(1): 14-22.

Díaz, W., Caro, P., Bustamante, C., Sánchez, C., Rodríguez, M.I., Vázquez, E., Grave de Peralta, G., Ramajo, J., Ramos, R., Navarro, D., Fernández, I., Martínez, F., Rodríguez, Y., Arañó, L., Yero, A. y Morán, N. 2013. Instructivo Técnico Café Arábico (*Coffea arábica* Lin.). Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Ministerio de la Agricultura. Dirección de Café y Cacao del Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña. Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, Santiago de Cuba. 137.

- FIRA. 2020.** Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación de la economía sectorial, Café - - 22 p., <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2020/03/Panorama-Agroalimentario-Caf%C3%A9-2019.pdf>
- Gómez, S. 2019.** La economía del café: ¿Quién se está quedando el dinero? ---9p, <https://quecafe.info/la-economia-del-cafe-quien-se-esta-quedando-el-dinero/>
- Haifa Group. 2014.** Multicote® Agri. Manual de Fertilizantes de liberación controlada para la agricultura. --- Haifa Chemicals Ltd.---28pp,
- Hernández, A., Pérez J.M, Bosch, D. y Castro, N. 2015.** Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto de Ciencias agrícola e Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. Ciudad Habana. CUBA, 93 pp.
- Legra, E. 2021.** Actualización del programa de desarrollo cafetalero cubano. Manuscrito febrero 2021. ---23p
- Martín, N. J. 2012.** Tabla de interpretación de análisis de suelo, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal, 20 Pp.,
- Meneghelli, L. A. M., Lo Monaco, P. A. V., Krause, M. R., Guisolfi, L. P., Almeida, K. M., Valle, J. M. y Vieira, G. H. S. 2018.** Utilization of agricultural residues as alternative substrates in the production of Conilon coffee seedlings. *Journal of Experimental Agriculture International*, 21(4): 1-6. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/39797>
- Moraes, S. 2007.** Estudo de doses do adubo de liberação lenta "Osmocote" em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidas em tubetes. Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.---4pp.
- Norma cubana ISO 10390. 1999.** Calidad del suelo. Determinación del pH. Comité Técnico de Normalización No 3, 11 Pp.
- NRAG-837. 1987.** Suelo, análisis químico. Reglas generales.
- NRAG-88. 1987.** Suelo, análisis químico. Reglas generales.
- Rivera, R., Fernández, F., Hernández, A., Triana, J. R. y Fernández, K. 2003.** EL manejo efectivo de la simbiosis micorrizica, una vía hacia la agricultura sostenible estudio de caso: El Caribe: Ciudad de La Habana, 160pp.
- Rodríguez, G. 2013.** Valorización del residuo obtenido de la quema de la cáscara de arroz. Proyecto FPTA-285 Valorización del residuo obtenido de la quema de la cáscara de arroz, INIA. Ecuador, 68pp.
- Sánchez, C. 2001.** Uso y manejo de los hongos micorrizogenos arbusculares y los abonos verdes en la producción de posturas de cafetos (*C. arabica*) en tres tipos de suelos representativos del macizo Guamuhaya. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana. 2001, 101p.
- Sánchez, C., Martínez, F., Moran, N., Yanexy, C., Zamora, I., Vicet, E. y Ortiz, N. 2018.** Influencia de tres tipos de tubetes y diferentes momentos de fertilización en el desarrollo de posturas de café. *Café Cacao*, 17 (1): 35-43.
- Sánchez, C., Caballero, D., Rivera, R. y 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)33-38,2006.

- Sánchez, C., Martínez, F. y Morán, N. 2016.** Tecnología para la producción de posturas en tubetes. Ministerio de la Agricultura Instituto de Investigaciones Agro-forestales (INAF) 13 p.
- Sánchez, C., Caballero, D., Cupull, R., González, C., Rivera, R. y Urquiaga, S. 2009.** Los abonos verdes y la inoculación micorrízica de plántulas de *Coffea arabica* sobre suelos Cambisoles Gléyicos. *Cultivos Tropicales*, 30(1) http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000100007&lng=es&tlng=es
- Soto, F., Vantour, A., Hernández, A., Planas, A., Figueroa, A., Fuentes, P.O., Tejeda, T., Morales, M., Vázquez, R., Zamora, EA., Hilda M., Vázquez, L. y Caro, P. 2001.** Zonificación agroecológica del café en los macizos montañosos Sagua - Nipe - Baracoa, Sierra Maestra y Guamuhaya. Informe final del proyecto. 007-01-002 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 35p.
- Telenchana, J. 2018.** Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) Documento final del proyecto de investigación como requisito para obtener el grado de ingeniero agrónomo. Carrera de ingeniería agronómica Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador, 77p.
- Trujillo, E. 2012.** Aspectos económicos y financieros en plantaciones forestales En: Seminarios sobre matriz genérica de costos y visión financiera en vivero con cuatro tipos de tecnologías, Bolsas, bandejas, Tubetes, Pellets.
- Valencia, G. 1998.** Factores que afectan la productividad del café EN: Manual de nutrición y fertilización del café, Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS), Quito Ecuador. 61p.
- Vértiz, R. 2017.** Caracterización agronómica de 85 accesiones de café (*Coffea arabica* L.) en el banco de germoplasma en San Ramón, Chanchamayo. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo)-Universidad Nacional Agraria la Molina, 153 p. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2685>
- WRB-World Reference Base for Soil Resources. 2019.** Classification Key. FAO AGL. <http://www.fao.org/ag/agl/agwrb-newkey>