

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Producción de posturas de café con la aplicación de microorganismos eficientes en Angola

### Production of coffee postures with the application of efficient microorganisms in Angola

Jorge Luís Álvarez Marqués<sup>1</sup> y José Carlos Damião<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Autopista a Varadero km 3 ½ Matanzas, Cuba, CP 44740

<sup>2</sup> Instituto Superior Politécnico do Kwanza Sul, Sumbe, Cuanza Sul, Angola, CP 070101

*E-mail:* [jorge.alvarez@umcc.cu](mailto:jorge.alvarez@umcc.cu)

---

#### RESUMEN

En la Estación Experimental de Café del municipio Amboim, provincia Cuanza Sul, Angola se condujo un experimento sobre la producción de posturas de café (*Coffea arabica* L.) usando el cultivar Catuai rojo. El propósito fue evaluar el efecto de la aplicación de un biofertilizante a base de microorganismos eficientes (ME) en el desarrollo de las posturas. Se utilizó un diseño experimental de bloques totalmente aleatorizados, con cuatro repeticiones. Se incluyeron los tratamientos siguientes: control absoluto, aplicación de ME en dosis de 2, 4 y 6 ml m<sup>-2</sup> con frecuencia de una y dos veces quincenal, aplicadas en el agua de riego. Se evaluaron los parámetros número de pares de hojas verdaderas y altura de las posturas a los 50, 75, 100 y 125 días de la germinación. Los mejores resultados en la producción de las posturas de café se obtuvieron a los 125 días con la aplicación quincenal de 2 ml m<sup>-2</sup> del biofertilizante a base de ME.

**Palabras claves:** biofertilización, *Coffea arabica*, vivero de café, plántulas

#### ABSTRACT

In the Experimental Station of Coffee of the municipality Amboim, province Cuanza Sul of Angola an experiment was conducted on the production of coffee postures (*Coffea arabica* L.) using the red Catuai cultivar. The purpose was to evaluate the effect of the application of a biofertilizer based on efficient microorganisms (ME) in the development of the postures. An experimental design of totally randomized blocks with four repetitions was used. The following treatments were included: absolute control, application of ME in doses of 2, 4 and 6 ml m<sup>-2</sup>, frequently one and two times biweekly, applied in the irrigation water. The parameters number of pairs of true leaves and height of the postures at 50, 75, 100 and 125 days of germination were evaluated. The best results in the production of coffee postures were obtained after 125 days with the bi-weekly application of 2 ml m<sup>-2</sup> of the biofertilizer based on ME.

**Keywords:** biofertilization, *Coffea Arabica*, coffee nursery, seedlings

---

## INTRODUCCIÓN

La estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria de Angola, desarrollada desde el 2009, considera que los productores familiares representan el 99,8 % de las unidades productivas de la nación y son los responsables del 90 % de la superficie agrícola trabajada. De los productores, más de seis mil familias y 272 empresas se dedican a la caficultura por lo que el incremento de la producción de café depende en gran medida de la capacidad que posean estos para adoptar las tecnologías adaptadas a las diferentes condiciones agroecológicas y económicas locales. De esa forma pueden contribuir a mejorar la capacidad productiva y la seguridad alimentaria (Garrido y Casimiro, 2013).

Diversos biofertilizantes han sido utilizados eficientemente en América Latina para producir posturas de café, según reportes de varios autores citados por Adriano *et al.* (2011) y Lira (2017), pero la obtención de posturas de calidad que realizan los campesinos angolanos para el fomento de plantaciones cafetaleras, requiere de la implementación de nuevas tecnologías, que sean realizadas con recursos locales, económicamente factibles y ambientalmente sostenibles.

Por eso se desarrolló la producción de un biofertilizante a base de microorganismos eficientes (ME), según los principios propuestos por Higa y Parr (1994), desarrollados por la Estación Experimental Indio Hatuey (2010) en la producción del IH-plus, con el fin de evaluar el efecto de este producto en la producción de posturas de café, en Angola.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló un experimento de campo en el vivero de producción de posturas de la Estación Experimental del Café, Instituto Nacional del Café, en el municipio de Amboim (Gabela), Angola. El vivero era del tipo con cobertura alta sintética y sombra del 50 %. Las posturas fueron producidas en bolsas de polietileno, de color negro y dimensiones de 11 x 22 cm. El sustrato utilizado fue preparado con mezcla de suelo superficial (de formación fersialítica) y pulpa de café bien descompuesta en proporción de 3:1, según recomendación de ANACAFE citado por Díaz *et al.* (2015), sembradas con granos seleccionados de *C. arabica* cultivar Catuai rojo. Se estudiaron las dosis de aplicación de 2, 4 y 6 ml m<sup>-2</sup> de un biopreparado a base de ME, desarrollado en las

condiciones del lugar, a partir de la tecnológica IH-Plus (Estación Experimental Indio Hatuey, 2010), basada en la obtención de microorganismos beneficiosos mediante la fermentación del mantillo de montaña. Las aplicaciones se realizaron mediante el riego con rociador manual (una aplicación quincenal (1ap) y dos aplicaciones quincenales o una semanal (2ap)).

Los tratamientos aplicados fueron:

- T1 - Control (solo agua)
- T2 - Aplicación ME 2 ml m<sup>-2</sup> dos veces en la quincena (2 ap 2 ml m<sup>-2</sup>)
- T3 - Aplicación ME 4 ml m<sup>-2</sup> dos veces en la quincena (2 ap 4 ml m<sup>-2</sup>)
- T4 - Aplicación ME 6 ml m<sup>-2</sup> dos veces en la quincena (2 ap 6 ml m<sup>-2</sup>)
- T5 - Aplicación ME 2 ml m<sup>-2</sup> una vez en la quincenal (1 ap 2 ml m<sup>-2</sup>)
- T6 - Aplicación ME 4 ml m<sup>-2</sup> una vez en la quincenal (1 ap 4 ml m<sup>-2</sup>)
- T7 - Aplicación ME 6 ml m<sup>-2</sup> una vez en la quincenal (1 ap 6 ml m<sup>-2</sup>)

El diseño experimental utilizado fue bloques completamente aleatorizados, siendo cuatro el número de repeticiones por cada tratamiento. Cada parcela tuvo 16 plantas, a ocho de ellas se les evaluó el número de pares de hojas verdaderas y la altura a los 50, 75, 100 y 125 días de la germinación; posteriormente fueron retiradas para medir el área foliar, diámetro del tallo, la masa fresca y seca de la parte aérea y raíces. El índice de eficiencia foliar fue calculado a partir de la fórmula propuesta por Sánchez (2001), citado por Barroso *et al.* (2015), según la expresión siguiente:

$$IE(\%) = \frac{AF_{tb} - AF_c}{AF_c} \times 100 \quad (1)$$

La evaluación estadística de los resultados obtenidos se realizó con el paquete STATGRAPHICS PLUS versión 5.1, aplicando la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El quinto tratamiento muestra un incremento estadísticamente significativo del número de pares de hojas verdaderas a los 125 días respecto al

control, sin diferencias con los demás tratamientos, indicador que se incrementa en un 10,9 % (Tabla 1). Al evaluar la altura de las posturas, los tratamientos 3 y 5 superan estadísticamente al control. Estos resultados confirman lo expuesto por Higa y Parr (1994) al destacar la acción de diferentes sustancias activas (producidas por los ME) que promueven el crecimiento de los cultivos e inducen a las plantas a utilizar sus recursos para incrementar el número de hojas y crecer en altura.

Cuando las posturas de café fueron inoculadas con el pool de microorganismos, las plantas biofertilizadas presentaron mejores características anatómicas después de 16 semanas de establecidas en el vivero (32,8 % más altas que las del control). En este caso, con la aplicación de ME, a las 18 semanas, se obtuvo un incremento de altura en las posturas del 27 y 19,4 % para los tratamientos 3 y 5 respectivamente.

El diámetro del cuello del tallo no presenta diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero en el área foliar sobresale el quinto tratamiento porque supera estadísticamente al control, sin diferencias significativas con los demás tratamientos. Este parámetro es importante pues el área foliar de las posturas se relaciona directamente con el área de la superficie fotosintética útil de la planta.

El índice de eficiencia foliar obtenido indica que las plantas biofertilizadas presentan un buen comportamiento, destacándose la aplicación quincenal de 2 ml m<sup>-2</sup> de ME, cuyo incremento es del 22,9 %, lo cual sugiere que alcanzó una buena nutrición y bioestimulación de las posturas por la acción del biofertilizante. Igualmente, González *et al.* (2011) obtuvieron un 14 % de incremento de

este indicador al estudiar las posturas producidas sobre el suelo natural con las desarrolladas en sustratos de suelo-materia orgánica, pero sin la aplicación de biofertilizantes.

La masa fresca presenta un comportamiento estadístico bastante semejante, aunque la de los tratamientos 5, 6 y 7, superan al segundo tratamiento; mientras, en la masa fresca de la raíz, solo los tratamientos 6 y 7 superaron estadísticamente al tratamiento 2 (Tabla 2).

La producción de materia seca permite evaluar el crecimiento de una planta, donde la cantidad total de materia seca acumulada es reflejo directo de la producción fotosintética líquida, sumada a la cantidad de nutrientes minerales absorbidos (Diniz *et al.*, 2011), no obstante, al evaluar la masa seca aérea, radicular y total de la planta, en ninguno de los tres casos se observan diferencias estadísticas entre las medias obtenidas. De forma general, las dosis de ME evaluadas, tienden a hacer que las plantas produzcan más masa seca cuando la frecuencia de aplicación es una vez quincenal.

Según Marana *et al.* (2008) la relación MSPA/MSR se considera de buena calidad cuando alcanza valores entre 4 a 7. En este sentido, el quinto tratamiento alcanza un valor de 4,17, lo que indica una relación favorable entre la parte aérea y raíz de la planta.

Los anteriores resultados resaltan la acción bioestimuladora de los ME en el crecimiento y calidad de las posturas de café. A los 125 días, con la aplicación quincenal de la dosis de 2 ml m<sup>-2</sup> de ME, se obtuvieron en los principales indicadores evaluados los siguientes niveles de incremento respecto al control: 10,9 % en el número de pares de hojas verdaderas, 19,4 % de

**Tabla 1.** Indicadores morfológicos de las posturas a los 125 días

Tratamientos	Pares de hojas	Altura de las plantas (cm)	Diámetro del Cuello (mm)	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	Índice de Eficiencia (Foliar) %
T1 Control	4,6 b	19,6 c	5,2	475,8 b	-
T2 (2 ap 2 ml m <sup>-2</sup> )	4,7 ab	21,5 bc	5,0	506,8 ab	6,5
T3 (2 ap 4 ml m <sup>-2</sup> )	5,0 ab	24,9 a	5,2	546,3 ab	14,8
T4 (2 ap 6 ml m <sup>-2</sup> )	5,0 ab	22,6 abc	5,2	547,2 ab	15,0
T5 (1 ap 2 ml m <sup>-2</sup> )	5,1 a	23,4 ab	5,6	584,9 a	22,9
T6 (1 ap 4 ml m <sup>-2</sup> )	5,0 ab	22,5 abc	5,6	555,5 ab	16,7
T7 (1 ap 6 ml m <sup>-2</sup> )	4,9 ab	22,0 abc	5,4	549,2 ab	15,4
Error Standard	0,111064	0,778243	0,156074	24,8391	-

(a, b, c) medias con letras no comunes para una misma columna difieren por Duncan a ( $p < 0,05$ )

Tabla 2. Masa fresca y seca de las posturas de café

Tratamientos	Masa aérea fresca (g)	Masa raiz fresca (g)	Masa aérea seca (g)	Masa raiz seca (g)	Masa seca total planta (g)	MSPA / MSR
T1 Control	17,07 ab	3,80 ab	4,52	1,45	5,97	3,15
T2 (2 ap 2 ml m <sup>-2</sup> )	13,52 b	2,42 b	4,00	1,12	5,12	3,62
T3 (2 ap 4 ml m <sup>-2</sup> )	16,40 ab	2,87 ab	4,70	1,35	5,95	3,55
T4 (2 ap 6 ml m <sup>-2</sup> )	15,82 ab	3,10 ab	4,57	1,42	6,00	3,42
T5 (1 ap 2 ml m <sup>-2</sup> )	19,90 a	3,25 ab	5,20	1,23	6,42	4,17
T6 (1 ap 4 ml m <sup>-2</sup> )	20,27 a	4,17 a	5,37	1,50	6,80	3,72
T7 (1 ap 6 ml m <sup>-2</sup> )	19,40 a	4,07 a	5,00	1,47	6,47	3,47
Error Standard	1,26552	0,348571	0,333274	0,125831	0,405028	0,321409

(a, b) medias con letras no comunes para una misma columna difieren por Duncan a ( $p < 0,05$ )

altura de las plantas, 22,9 % de área foliar y 32,4 % de la relación MSPA/MSR, todo eso ratifica la efectividad obtenida con el biofertilizante en la producción de posturas, propiciando la formación de posturas más vigorosas. Estos resultados difieren de los obtenidos por Maximiano *et al.* (2011) al evaluar la aplicación de un biopreparado líquido producido con estiércol fresco, pues no obtuvo respuesta en los indicadores evaluados.

## CONCLUSIONES

Las posturas de café con mayor calidad a los 125 días de la germinación, se obtuvieron al aplicar quincenalmente 2 ml m<sup>-2</sup> del biofertilizante a base de microorganismos eficientes debido a que se incrementa la altura de las plantas, el número de hojas, el área foliar y la relación MSPA/MSR respecto al control.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADRIANO, M., JARQUÍN, R., HERNÁNDEZ, C., SALVADOR, M. y MONREAL, C. 2011. Biofertilización de café orgánico en etapa de vivero en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2 (3): 417-431.
- BARROSO, L., ABAD, M., RODRÍGUEZ, P. y JEREZ, E. 2015. Aplicación de FitoMas-E y EcoMic® para la reducción del consumo de fertilizante mineral en la producción de posturas de cafeto. *Cultivos Tropicales*, 36 (4): 158-167.
- DÍAZ, M., FLORES, E. y MONTALBÁN, Z. 2015. Efectos de los abonos orgánicos a base de pulpa de café, compost, gallinaza en plántulas de café (*Coffea arabica*) en la finca “El bosque” Comunidad Buena vista, Municipio San Juan del Rio Coco, Madriz, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León. En sitio web: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3856/1/227737.pdf> Consultado: Febrero de 2018.
- DINIZ, F., SANTANA, S. y JUNQUEIRA, R. 2011. Crescimento de mudas de diferentes cultivares de cafeeiro em função da fertilização orgânica do substrato. En sitio web:<http://www.hecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/Crescimento%20de%20mudas.pdf> Consultado: Diciembre de 2015.
- ESTACIÓN EXPERIMENTAL INDIO HATUEY. 2010. Tecnología de Producción IH-Plus. Plegable promocional. Matanzas, Cuba.
- GARRIDO, F. y CASIMIRO, J. 2013. Ejecutivo anuncia apoios a milhões de famílias camponesas. *Jornal de Angola*, Ano 36, 1 de Junho, no 12954.
- GONZÁLEZ, C., SÁNCHEZ, C. y MARRERO, J. Alternativas para la nutrición en la producción de posturas de café. 2011. En sitio web: <http://www.biblioteca.idict.villaclara.cu/biblioteca/articulos/ciencia/art292> Consultado: Diciembre de 2015.
- HIGA, T. y PARR, J. 1994. Microorganismos Benéficos y Eficaces para una agricultura y

- medio ambiente sustentable. Microbiología de Suelos. Centro Internacional e Investigaciones de Cultivos Naturales Atami, Japon. En sitio web: <http://www.em.iespana.es/manuales/microbiologia/microbiologia.html> Consultado: Noviembre de 2014.
- LIRA, S. 2017. Uso de Biofertilizantes en la Agricultura Ecológica. Serie Agricultura Orgánica, Núm. 14. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 9 p.
- MARANA, J., MIGLIORANZA, E., PAPUA, E. y HIROSHI, R. 2008. **Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes.** *Ciência Rural, Santa Maria, 38 (1): 39-45.*
- MAXIMIANO, A., DOMINGUES, P., VALLONE, H., NETO, J. y MACHADO, L. 2011. Aplicação foliar de biofertilizante em mudas de cafeeiro. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafês de Brasil, Araxá, Minas Gerais, Brasil.

---

Recibido el 14 de junio de 2016 y aceptado el 9 de marzo de 2018