

ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA PRODUCCIÓN DE POSTURAS DE *COFFEA ARABICA* L. EN CONDICIONES DE PURIALES DE CAUJERÍ

Luperio Barroso Frómeta¹, Maikel Abad Michel², Manuel Riera Nelson¹, Adrián Montoya Ramos¹

Facultad Agroforestal de Montaña, Universidad de Guantánamo
CUM San Antonio del Sur, Guantánamo

RESUMEN

En el vivero de café de la Unidad Empresarial Básica de Puriales, municipio San Antonio del Sur, provincia Guantánamo, se desarrollaron tres experimentos durante tres campañas de producción de posturas (abril-septiembre/2012, octubre/2012- marzo/2013, abril-septiembre/2013), con el objetivo de definir una alternativa sostenible basada en el empleo de abonos orgánicos, micorriza y FitoMas-E con reducción del fertilizante mineral, que permita obtener posturas de cafeto con adecuada calidad agrícola. Los tratamientos en estudio por etapa fueron: dosis entre 0,5 L.ha⁻¹ y 2,0 L.ha⁻¹ de FitoMas-E, dos sustratos orgánicos con la mejor dosis de FitoMas-E y la micorriza simple y combinada, reducciones proporcionales del fertilizante mineral desde un 100 % hasta el 25 % con la combinación de micorriza y FitoMas-E. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado en parcelas de 1,44 m², y muestras de diez plantas por tratamientos. En todos los casos los resultados experimentales fueron sometidos al análisis estadístico correspondiente (ANOVA simple, para los experimentos 1 y 3 y ANOVA doble para el experimento 2), Las medias fueron comparadas mediante la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan. Todos los análisis estadísticos fueron procesados por el paquete estadístico STATISTICA v 6.0. Se determinó que la aplicación de 1 L.ha⁻¹ FitoMas-E es la más adecuada para las variables de crecimiento (Biomasa seca y superficie foliar), siendo mejores los resultados cuando se utilizó la pulpa de café como sustrato y la combinación de micorriza y FitoMas-E, esta última combinación logra reducir hasta un 25 % el fertilizante mineral.

Palabras Claves: Café, Vivero, Abonos Orgánicos.

INTRODUCCIÓN

En el programa para el incremento de la producción de café del Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña se proyecta, para el período 2010-2015, la siembra de 81,1 millones de posturas de café dentro de las cuales 10,1 millones son de la especie *canephora*, que representan el 30 % (6088,7 ha) de las áreas a sembrar en todo el país (Sánchez, 2001) y donde el 20% del total de las áreas cultivadas en Cuba son de esta especie (Pérez *et al.*, 2010 y Pérez *et al.*, 2011).

Debido al encarecimiento de los fertilizantes químicos, las escasas reservas naturales de algunos nutrientes, así como los grandes consumos energéticos para la fabricación de los fertilizantes, el uso de las alternativas biológicas se imponen no solo como una necesidad en la producción agrícola sino también en la agricultura científica del futuro, sin afectar la ecología y con una factibilidad económica.

De manera que, la asociación entre microorganismos de diferente naturaleza microbiológica es una práctica favorable para el desarrollo de los cultivos, reducción del ciclo vegetativo y consumo de fertilizantes (Martínez-Viera, 2012). Asimismo se ha demostrado que la aplicación de FitoMas-E puede reducir al 50 % dosis de NPK en el cultivo del arroz (*Oryza sativa*, L.). (Saborit *et al.*, 2013).

Tomando en consideración los elementos anteriormente expuestos, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de definir una alternativa sostenible basada en el empleo de abonos orgánicos, micorriza (*G. intraradices*) y FitoMas-E con reducción del fertilizante químico, que permita obtener posturas de cafeto con adecuada calidad agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La investigación se realizó en el vivero de la Unidad Empresarial Básica de Puriales del municipio San Antonio del Sur, provincia Guantánamo, en el periodo abril–septiembre/2013, donde se emplearon normas de fertilización mineral reducidas con alternativas biológicas en la producción de posturas de café. La variedad de cafeto empleada fue la Isla 6-14 y la producción de posturas se realizó en bolsas de polietileno de 14 x 20 cm.

Se conformaron canteros de 1,20 m de ancho x 20 m de longitud con 144 posturas, lo que conformaron el tratamiento en cada caso. Para las evaluaciones se tomó una muestra de 10 plantas por tratamientos.

Se sembraron semillas procedentes de las áreas de la Empresa Agropecuaria Municipal de San Antonio del Sur dedicadas para este objetivo, a razón de dos semillas por bolsa de la variedad Isla 6-14, sembradas en un sustrato preparado con suelo pardo sialítico mullido sin carbonato (Hernández *et al.*, 1999) y en proporción 3:1 v/v. Los datos climáticos donde se realizó el experimento aparecen en la Figura 1.

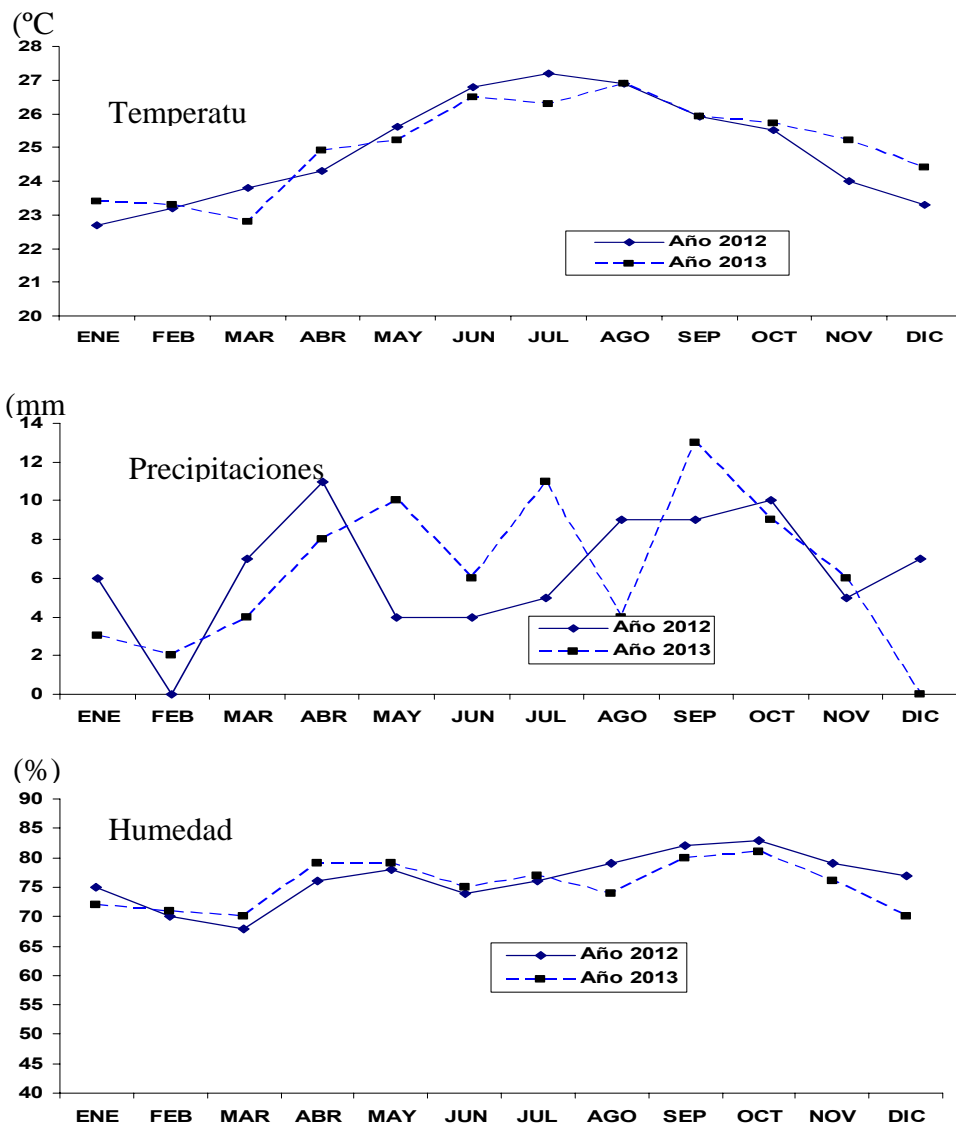


Figura 1. Variables climáticas evaluadas durante el desarrollo del experimento.

Los tratamientos bajo estudio por experimento fueron:

- T1 – Testigo absoluto (sin aplicación de fertilizante ni alternativa)
- T2 – 100% NPK (4 g)
- T3 – 75% NPK (3 g) + HMA + FitoMas-E
- T4 – 50% NPK (2 g) + HMA + FitoMas-E
- T5 – 25% NPK (1 g) + HMA + FitoMas-E
- T6 – 0% NPK (0 g) + HMA + FitoMas-E

En los casos correspondientes se empleó la cepa de micorriza (*Glomus intraradices*) mediante el método de peletización de la semilla a razón del 1 % del peso de las mismas en el momento de la siembra. El FitoMas-E se aplicó a razón de 1 L.ha⁻¹.

Variables evaluadas.

1. **Superficie Foliar (AF); (cm²):** Esta variable se estimó a partir de las dimensiones lineales de las hojas y de acuerdo con la siguiente fórmula: $AF = \text{largo} \times \text{ancho} \times 0.64$.
2. **Biomasa seca total (Bs); (g): (Masa seca foliar, Masa seca radical, Masa seca total):** Las plantas se seccionaron (hojas-tallos, raíz y total). Para el trabajo con las raíces se lavaron cuidadosamente con agua todo el sustrato contenido en la bolsa como nicho de enraizamiento, después se introdujeron todas las plantas seccionadas en una estufa para su secado a una temperatura de 65°C, hasta lograr masa constante, esta evaluación se realizó al terminar la etapa de vivero.
3. **Índice de eficiencia (IE); (%):** Se empleó para determinar el efecto de la inoculación micorrizica, a partir de la fórmula propuesta a continuación del párrafo (Sánchez, 2001). En este caso se aplicó a las variables superficie foliar y biomasa seca tomando como testigo de referencia las plantas no inoculadas en el mismo nivel de fertilidad o relación suelo-materia orgánicas.

La fórmula empleada para el índice de eficiencia es la siguiente:

$$IE (\%) = \frac{A.F.Inoculado - A.F.Testigo}{A.F.Testigo} \times 100$$

Para caracterizar el crecimiento vegetal y la eficiencia micorrizógena, se evaluaron diferentes variables, tomándose 10 plantas por tratamientos en el momento de la cosecha del vivero.

Análisis estadísticos realizados.

Los resultados experimentales fueron sometidos al análisis estadístico correspondiente a ANOVA simple, aplicándose la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan con $P \leq 0.05\%$ como criterio comparativo entre los distintos tratamientos en los casos donde se encontraron diferencias significativas. Todos los análisis estadísticos fueron procesados por el paquete estadístico STATISTICA v 6.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Si bien en el experimento se evaluaron diferentes variables morfológicas como la superficie foliar y la biomasa seca (raíz y parte aérea) en las tablas 1 aparecen los análisis estadísticos correspondientes. Sin embargo, la discusión e interpretación de los resultados se hará en base al comportamiento de la biomasa seca total y el área foliar basado en que (Joao, 2002; Sánchez, 2001)

- Son las variables morfológicas que mejor respuesta dan al crecimiento integrado de las posturas en trabajos específicos realizados en posturas de cafeto.

- Los resultados encontrados en estos experimentos y por otros autores en esta temática de producción de posturas presentaron efectos similares de los tratamientos bajo estudio sobre cualquiera de estas variables, pero mejor expresados sobre el área foliar.

En el experimento las variables sujeta a análisis fueron la biomasa seca total y la superficie foliar, no sin antes relacionar en la Tabla I las principales variables con sus niveles de significación.

Tabla 1. Biomasa seca de la raíz y parte área de plantas de cafeto cuando existe una combinación de micorriza y FitoMas-E con reducciones de fertilizante químico.

Tratamientos	Biomasa seca (g)					
	Raíz		Parte área		Total	
	Media	Sig	Media	Sig	Media	Sig
(3:1) Testigo absoluto	0,400	c	2,567	b	2,967	c
100 % NPK	1,133	ab	3,467	a	4,600	ab
75 % NPK + HMA + FitoMas-E	1,333	a	3,500	a	4,833	a
50 % NPK + HMA + FitoMas-E	1,067	b	3,500	a	4,567	ab
25 % NPK + HMA + FitoMas-E	1,067	b	3,400	a	4,467	ab
HMA + FitoMas-E	0,967	b	3,433	a	4,400	b
EE	± 0,074		± 0,084		± 0,155	

*[Medias con letras diferentes, difieren significativamente para $P \leq 0.5\%$, según dócima de Duncan]

La biomasa seca total de posturas de cafeto tratadas con la combinación de FitoMas-E y micorriza en diferentes niveles de N-P-K se muestra en la Figura 2 y de forma general se encontró diferencia significativa entre tratamientos, donde lo mejores resultados se encontraron siempre cuando se aplicó fertilizante químico.

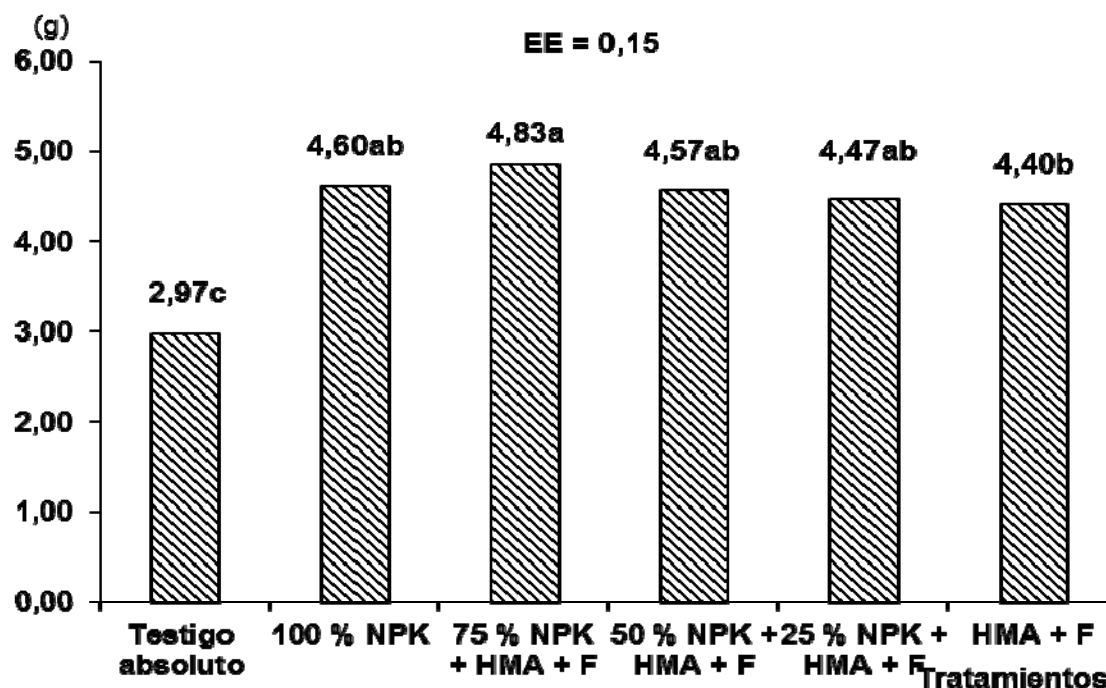


Figura 2. Biomasa seca total de posturas de cafeto tratadas con FitoMas-E, Micorriza y diferentes niveles de N-P-K. [Medias con letras diferentes, difieren significativamente para $P \leq 0.5\%$, según dócima de Duncan.]

Un aspecto importante a señalar es que cuando se aplicó el 100 % de la fertilización mineral las plantas no manifestaron diferencias con aquellas donde se empleó el 75 %, 50 % y el 25 % de la misma siempre y cuando estuvo presente la combinación del biofertilizante y el fitoestimulante, esto puede estar relacionado con que en las condiciones que fue desarrollado el experimento la combinación del HMA y el FitoMas-E potenciaron de alguna manera la nutrición del sustrato y las plantas lograron garantizar con ello el porcentaje de NPK para exponer su potencialidades óptima de crecimiento.

Este efecto positivo en el crecimiento se ha explicado con el aumento en la disponibilidad de nutrientes para la planta hospedante y el incremento en las comunidades microbianas que favorecen la acción de los HMA (Fundora *et al.*, 2011) e incluso, se plantea que la inoculación de cepas eficientes de HMA, combinadas con la aplicación de fertilizantes minerales u orgánicos, incrementan la eficiencia del uso de los nutrientes y reducen las dosis de abonos orgánicos o fertilizantes minerales a aplicar (Martín *et al.*, 2014).

La superficie foliar de posturas de cafeto tratadas con la combinación de FitoMas-E y micorriza en diferentes niveles de N-P-K se muestra en la Figura 3 y de forma general se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, donde el mejor resultado lo mostró el tratamiento que contó con el 75 % de N-P-K y la combinación de micorriza y FitoMas-E.

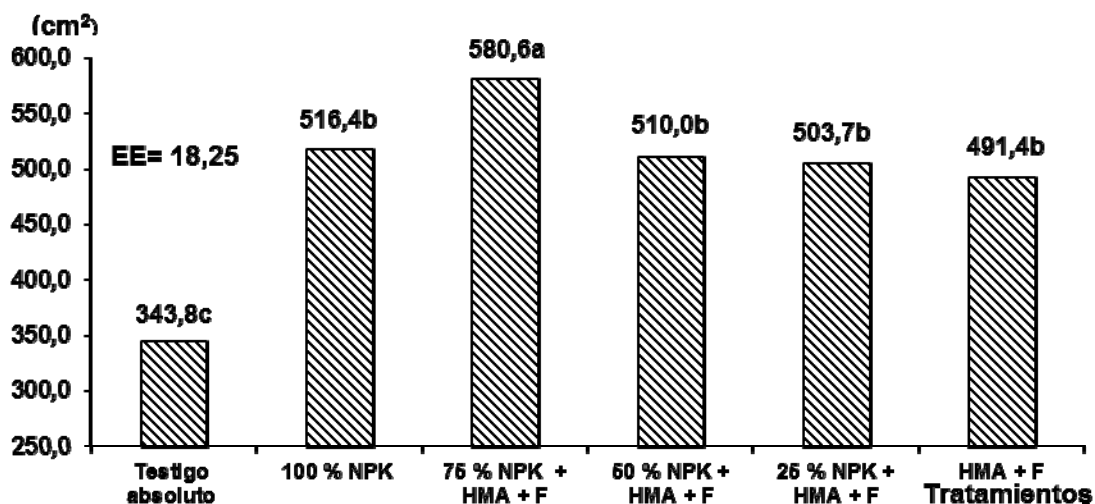


Figura 3. Superficie Foliar de posturas de cafeto tratadas con FitoMas-E, Micorriza y diferentes niveles de N-P-K. [Medias con letras diferentes, difieren significativamente para $P \leq 0.5\%$, según dócima de Duncan.]

En el tratamiento donde las plantas fueron crecidas solo con la proporción 3:1 suelo: pulpa de café, se encontraron los valores más bajos en esta variable debido a la ausencia del fertilizante químico durante la etapa de vivero y no contar además con la combinación de la micorriza y el FitoMas-E que pudieran suplir esta deficiencia.

Estas plantas pudieron no haber contado con un buen balance de humedad y disponibilidad de nutriente en determinados momentos del ciclo al no disponer de alternativas tales como la combinación estudiada, aspectos que repercutió en la superficie foliar de la planta, manifestando reducciones en la misma, mecanismo que desarrollan algunas especies de plantas cuando son expuestas a niveles limitados de humedad, para disminuir las pérdidas por transpiración (Barroso, 2004).

Cuando se aplicó la combinación de las alternativas biológicas unido al 75% de la fertilización mineral se obtuvo el mejor resultado en la variable de superficie foliar con una diferencia de 237 cm² con respecto al testigo absoluto valor este que representa 68,89 % de

incremento. De igual forma mostró una diferencia de 65 cm² con respecto al 100 % de aplicación de N-P-K, lo que representa el 12,59 %.

En estudio de reducción de la fertilización nitrogenada con empleo del FitoMas-E, aunque en el cultivo del ajo, (García *et al.*, 2013) informaron que la mejor respuesta desde el punto de vista económico ocurre cuando se le aplica la dosis de 1,0 L.ha⁻¹ de FitoMas-E + N al 50%.

El hecho de encontrar una mayor superficie foliar en el tratamiento que contó con la presencia de las alternativas biológicas combinadas y el 75 % de la fertilización mineral facilita la interceptación y la fijación de la energía luminosa, posibilitando un aumento en el traslado de fotoasimilatos, considerando que una no adecuada formación en la superficie foliar de las plantas, conlleva a una reducción importante de los procesos asimilativos, fundamentalmente la fotosíntesis.

CONCLUSIONES.

- Cuando se aplicó la combinación micorriza y FitoMas-E y la reducción del 25% de la fertilización mineral las posturas de café evidenciaron un buen comportamiento morfológico.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Pérez. A; Bustamante, C; Rivera, R y Viñals, R. La fertilización nitrogenada de *Coffea canephora* Pierre var. Robusta en función del rendimiento y algunos indicadores químicos y microbiológicos de suelos cambisoles de Cuba. *Cultivos Tropicales* 2010. vol. 31, no. 3, p. 66-74.
2. Pérez. A; Bustamante, C; Martin, G; Rivera, R; Viñals, R y Rodríguez, M. Fertilización nitrogenada después de la poda del café robusta en Cambisoles. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 2011, v.46, n.8, p.935-943.
3. Martínez-Viera, R.; Dibut, A. D. Biofertilizantes bacterianos. Editorial científico-técnica. 2012. La Habana. Cuba. ISSN: 978-959-05-0659-8, 279 p.
4. Saborit, R. R. Meneses, D. P. Cañizares, S. A. Efecto de las aplicaciones de FitoMas-E combinadas con la fertilización orgánica y mineral sobre los rendimientos agrícolas del cultivo del arroz en aniego. *Revista Infociencia*. 2013, 17(4):1-10 p.
5. Hernández, A. J. M. Pérez; D. Bosch; L. Ramos; E. Camacho; J. Ruiz; E. Jaimez; Marzan, A.; A. Obregon; J. M. Torres; J.R. González; R. Orellana; J. Paneque. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. MINAGRI. Ciudad de la Habana, Cuba. 64 pp. 1999.
6. Fundora, L. R.; Rivera, R.; Martín, J. V.; Calderón, A. y Torres, A. Utilización de cepas eficientes de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo de portainjertos de aguacate en un sustrato suelo-cachaza. *Cultivos Tropicales*, 2011, vol. 32, no.2, p. 23-29.
7. Martín, G. González, P. J. Rivera, R. Arzola, J. y Pérez, A. Efecto de la aplicación de estiércol vacuno e inoculación micorrízica sobre el crecimiento y producción de semillas de *Canavalia ensiformis* en suelos ferralíticos rojos lixiviados. *Cultivos Tropicales*, 2014, vol. 35, no. 1, p. 86-91.
8. García, M; Montoya, A; Barroso, L; Pérez, A y Reyes, B. Reducción de la fertilización nitrogenada en el cultivo del ajo. *Revista Electrónica Hombre, Ciencias y Tecnología*. 2013. N0. 69. ISSN: 1028-0871, p.58-67.
9. Joao, J. P. Efectividad de la inoculación de cepas de HMA en la producción de posturas de café sobre suelos Ferralítico Rojo Compactado y Ferralítico Rojo Lixiviado de montaña. Tesis de Maestría "Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes". INCA. La Habana. 2002.
10. Sánchez, C. Manejo de las asociaciones micorrizicas arbusculares en la producción de posturas de cafetos (*C. arabica* L.) en algunos suelos del Escambray [Tesis de Doctorado].- La Habana: INCA.103 p. 2001.
11. Barroso, L. Crecimiento, desarrollo y relaciones hídricas de la Albahaca Blanca (*Ocimum basilicum* L.) en función del abastecimiento hídrico. [Tesis de Grado]. INCA, 112 p. 2004