

Efecto de cepa de HMA y abono verde sobre el crecimiento de posturas de Coffea arabica L. cultivado en suelo de la UBPC Narciso Camejo

Effect of HMA strain and green manure on the growth of Coffea arabica L. seedlings grown in soil at the UBPC Narciso Camejo

Autores:

Yoarmaisy Verdecia-Martí¹, <https://orcid.org/0000-0001-9981-9195>

MSc. Marconi Martínez-Martén¹, <https://orcid.org/0000-0002-0336-7962>

Dr C. Alberto Santillán- Fernández², <https://orcid.org/0000-0002-4162-0770>

MSc. Mauricio Antonio Carmona-Arellano³, <https://orcid.org/0000-0001-9465-1979>

MSc. Mauricio Iván Andrade-Luna³, <https://orcid.org/0000-0002-5120-3647>

Organismo: ¹Centro Universitario Municipal El Salvador. Guantánamo, Cuba. ²Universidad de Guantánamo, Cuba. ³Colegio de postgraduados, Campeche. México.

E-mail: asantillan@colpos.mx ; mcarmona@colpos.mx; mauricio@colpos.mx

Fecha de recibido: 27 mar. 2023

Fecha de aprobado: 29 may. 2023

Resumen

El presente trabajo se desarrolló en el poblado de Guayacán del municipio El Salvador, provincia de Guantánamo, con el objetivo de evaluar cepa de HMA, abonos verdes y proporciones de suelos-materia orgánica para la producción de posturas de calidad de *Coffea arabica*. Se evaluaron las variables: área foliar (cm²), masa fresca y seca de la planta (g), altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm) y largo de la raíz (cm). Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico STAGRAPHICS Versión 5.1 en ambiente Windows. Los resultados obtenidos indicaron que la cepa *Glomus cubensi* fue eficiente para la producción de posturas de café. El estudio evidenció además que es factible el uso de la *Canavalia ensiformis* micorrizada eficientemente como abono verde y que los gastos de producción con el empleo de biofertilizantes se redujeron en \$0,60 por lo que se considera económicamente factible.

Palabras clave: Abonos verdes; Posturas de café; *Coffea arabica*; Hongos micorrízicos arbusculares.

Abstract

The present work was developed in the town of Guayacán in the municipality of El Salvador, province of Guantánamo, with the objective of evaluating the AMF strain, green manures and soil-organic matter proportions for the production of quality *Coffea arabica* plants. The variables were evaluated: leaf area (cm²), fresh and dry mass of the plant (g), plant height (cm), stem diameter (mm) and root length (cm). For the statistical analysis, the STAGRAPHICS Version 5.1 statistical package in a Windows environment was used. The results obtained indicated that the *Glomus cubensi* strain was efficient for the production of coffee plants. The study also showed that the use of efficiently mycorrhizal *Canavalia ensiformis* as green manure is feasible and that production costs with the use of biofertilizers were reduced by \$0.60, which is why it is considered economically feasible.

Keywords: Green fertilizers; Coffee plant postures; *Coffea arabica*; Arbuscular mycorrhizal fungi.

Introducción

El café es uno de los cultivos más importantes del mundo, de ahí que constituya una fuente sustancial de empleo y de divisas para numerosas naciones de África, Asia y América Latina. Dada la importancia de este cultivo, en los últimos veinte años en los principales países productores, se han desarrollado tecnologías para la producción intensiva. En Cuba se practica dicha tecnología, lo que implica la necesidad de producir una mayor cantidad de plantas por unidad de superficie en los viveros, para satisfacer las necesidades de siembra, demandando alrededor de 50 - 60 millones de posturas de café anualmente, lo que obliga a emplear entre 25 y 30 mil t.año⁻¹ de materia orgánica, no siendo solamente un problema satisfacer estas necesidades, sino la transportación de la misma, a menos que se produzca "in situ" (Cuba Minagri, 1987; Sánchez, 2019).

En este sentido, se han evaluado nuevas alternativas que permiten hacer un uso más racional de esta materia orgánica, la disminución de los costos de producción sin afectar la calidad de las posturas, lo que ha propiciado el empleo de biofertilizantes como: Micorrizas, Azotobacter y Fosforina Fernández; (2014); MINAG, (2020), los cuales, entre otros aspectos, incrementan la disponibilidad y/o eficiencia en la absorción de nutrientes; así como el propio uso de los abonos verdes como vía para la producción de materia orgánica, alternativa muy importante para la agricultura (Janos; 2017; Martín, 2018; MINAG, 2019).

En el caso específico de los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA), en el cultivo establecido, se considera un cultivo micótrofo obligatorio, que tiene alta dependencia micorrízica para lograr un ritmo adecuado de absorción de nutrientes (Sieverding, 1991; Sánchez, 2019).

Para la producción de posturas en viveros tiene singular importancia la inoculación micorrízica, debido a una mayor capacidad de adaptación y la obtención de posturas más vigorosas, con mayor supervivencia en la fase de establecimiento de la plantación e incluso hay evidencia experimental de que se ha mantenido efecto positivo sobre el rendimiento en las primeras cosechas, con incrementos el aprovechamiento de los fertilizantes aplicados (Mariscal *et al*, 1997 citado por Aranda y Martínez, 2012 y Sánchez, 2019).

Los abonos verdes son plantas que, en su fase vegetativa, se caracterizan por proteger al suelo y al ser incorporados mejoran sus condiciones físicas, químicas y biológicas, aumentando los contenidos, disponibilidad de los nutrientes y la actividad biológica en general de los microorganismos (Martín, 2018).

Es conocido además que el uso de los abonos verdes y la inoculación de cepas eficientes de HMA se integran satisfactoriamente dentro del manejo efectivo de la simbiosis micorrízica en los agroecosistemas, al contribuir con mayores cantidades de masa seca y nutrientes, disminuir las necesidades de fertilizante mineral nitrogenado y ser una vía efectiva para lograr la micorrización eficiente de los cultivos en sucesión (Sánchez, 2018; Martín, 2018).

Sin embargo, en el cultivo del café se ha estudiado poco la relación (abonos verdes y HMA) donde cabe destacar los estudios realizados por Sánchez (2018) en el macizo Guamuhaya y Cardona (2017) en dos zonas cafetaleras de la provincia de Santiago de Cuba. Territorialmente, el macizo Nipe-Sagua-Baracoa adolece de estudios sobre este tópico por lo que constituye desde el punto de vista científico técnico un recurso no disponible.

Por lo que el **Objetivo general de este trabajo es evaluar cepas de HMA, proporción de suelo-materia orgánica y abono verde para la producción de posturas de calidad de *Coffea arabica* L cultivado en suelo pardo.**

Materiales y métodos

Características generales

El experimento para la producción de posturas de cafeto con calidad, se desarrolló en la UBPC Narciso Camejo ubicada en el poblado de Guayacán, área perteneciente a la Empresa Agroforestal del municipio El Salvador, provincia de Guantánamo.

Para el desarrollo del experimento, se tuvo en cuenta los parámetros de análisis del suelo Pardo mullido con carbonato según (Hernández *et al.*, 2003), cuyas características se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Algunas propiedades químicas de los suelos utilizados

Suelos	pH (H₂O) kCl%	P₂O₅Meq	K₂O (%)Meq	M. O (%)
P. mullido con carbonatos	6,5	1,01	9,50	1,95

El área experimental tuvo una extensión de 0,05 ha, y situada a una altura de 410 msnm. Para la siembra se utilizaron bolsas de polietileno, de 0.15 cm de ancho por 0.20 cm de largo. Con una representación de 2 500 plantas, de ellas se tomaron 80 por cada parcela para ser evaluadas. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas.

Evaluación de la efectividad de la inoculación de cepas de HMA (*Glomus cubensi* y abono verde) para la producción de posturas de café (*Coffea arabica*) en suelo con una concentración de materia orgánica.

Para evaluar la Combinación de cepa HMA y abono verde en la obtención de posturas de calidad de cafetos, se tuvieron en cuenta dos etapas experimentales, donde para la preparación del sustrato a utilizar se valoró la inoculación de semillas *Canavalia ensiformis* buscando mayor eficiente en la producción de biomasa para el llenado de las bolsas y de esta forma optimizar materia orgánica. Se tuvo en cuenta el efecto de borde, dentro de los diferentes tratamientos.

La primera etapa. Producción de biomasa (*Canavalia ensiformis*)

La investigación se comenzó en el período de septiembre del 2022 hasta noviembre del 2022. Se utilizó un suelo Pardo mullido con carbonato, se preparó el suelo y se acantaró según Normas Técnicas para el Cultivo del Café y el Cacao (1987), la cual consistió en canteros de 1,20 cm de ancho, 2,50 cm de largo y una altura de 15 a 20 cm., después se sembró la Canavalia, con un marco de plantación de 0,15 x 0,15 m a dos semillas por nido, las mismas se paletizaron con *Rhizobium* y HMA (*Glomus cubensi*) antes de la siembra.

Modo de inoculación de los hongos micorrizógenos arbusculares empleados.

Las cepas de HMA empleadas para el experimento se produjeron en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícola (INCA). El inóculo se aplicó en el momento de la siembra, se paletizaron las semillas de cafetos utilizando un 10 % de hongos con respecto a la semilla, hasta lograr una mezcla homogénea, se pusieron a secar en la sombra en un periodo de 15 a 20 minutos, y luego se procedió a la siembra de dos semillas por nido.

Se utilizaron 4 canteros por tratamientos y se evaluaron cinco plantas por canteros.

Utilizaron dos tratamientos:

T₁ Siembra de semilla de *C. ensiformis* inoculada con *Rhizobium* + Micorrizas, cepa *Glomus cubensi*.

T₂ Siembra de semilla de *C. ensiformis* inoculada con *Rhizobium*

Variable de crecimiento evaluada

1. Porcentaje de materia seca (%): Las plantas extraídas fueron sometidas a una temperatura de 70 °C, hasta lograr una masa constante y se pesaron en una balanza digital marca Sartorius y posteriormente se determinó el porcentaje de materia seca utilizando la fórmula:

$$PMs = Ms / Mf \times 100$$

Donde:

PMs = Porcentaje materia seca

Ms = Masa seca

Mf = masa fresca.

Utilización del abono verde (*Canavalia ensiformis*)

Para dar inicio a la segunda etapa de trabajo, la *Canavalia* se cortó antes de que alcanzara el proceso de floración entre los 50 a 60 días, luego del secado se estructuró y se agregó al suelo para formar el sustrato, posteriormente se procedió al llenado de los bolsos para el acanteramiento, se sembró la semilla de café, está ya paletizada con cepa eficiente de HMA (*Glomus cubensi*).

La segunda etapa la combinación de cepa HMA y abono verde

La segunda campaña, tuvo como objetivo; evaluar el comportamiento de la relación (sustrato; cepa) en el desarrollo y crecimiento de las posturas de café; Para ello, se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas. Los tratamientos fueron:

T₁ Siembra de café en el sustrato conformado por la mezcla de la biomasa obtenida con la combinación de la *Canavalia* más HMA más *Rhizobium*.

T₂ Siembra de café en el sustrato conformado por la mezcla de la biomasa obtenida con la combinación de la *Canavalia* más *Rhizobium*.

T₃ Siembra de café en el sustrato conformado por cinco partes de suelo y una de estiércol vacuno (5:1).

T₄ Testigo: siembra de café en el sustrato conformado por tres partes de suelo y una de estiércol vacuno (3:1).

Evaluaciones realizadas

Para las evaluaciones se tomaron plantas seleccionadas al azar en cada tratamiento, ellas fueron:

1. Altura de las plantas (cm): Se midió a los 6 meses después de la siembra, con una cinta métrica tomando desde la base del tallo hasta el ápice.
2. Diámetro del tallo (mm): se midió con un pie de rey a 2 cm del cuello de la raíz.
3. Largo de raíz (cm): se midió la raíz principal utilizando una regla graduada, tomando desde la base del tallo hasta la cofia de la raíz.
4. Área foliar (cm)²: Se midió a los 6 meses después de la siembra. Los cálculos se realizaron utilizando la fórmula propuesta por Soto (1980) para el café arábico, a partir de las mediciones de sus hojas.

$$AF = (L \times A \times 0,64)$$

Donde:

L: es el largo de la hoja

A: es el ancho de la hoja

Variables de crecimiento evaluadas

Se evaluó, además, el índice de eficiencia: Este índice expresa los efectos a través de los incrementos relativos frente a un testigo, y permite comparar experimentos conducidos en diferentes condiciones edafoclimáticas, períodos de crecimiento y sistemas de siembra

diferentes. Este se determinó mediante la ecuación recomendada por Brady (1984) para el crecimiento relativo (%), donde:

$$I.E (\%) = \frac{A. F. \text{ inoculado} - A. F. \text{ testigo referencia.}}{A. F. \text{ testigo referencia.}} \times 100$$

IE= Índice de eficiencia

AF= Área foliar

Análisis estadístico

La comparación de medias de los tratamientos, se realizó mediante la prueba de rango múltiple de Duncan con un 5% de probabilidad de error. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico STAGRAPHICS Versión 5.1 en ambiente Windows. Los resultados se evaluaron económicamente.

Resultados y discusión

Experimento Combinación de cepas HMA y abonos verdes para la producción de posturas de cafetos de calidad. Campaña 1 (Sept. 2022 – nov. 2022)

Producción de biomasa de abono verde (*Canavalia ensiformis*) para la mezcla con el suelo

En la Tabla 2 se muestra la producción de masa fresca, masa seca y aporte de la *Canavalia* de esta materia en el experimento con dos tratamientos, los que fueron conformados (1) con la inoculación de la *Canavalia* – *Rhizobium* - HMA y (2) la *Canavalia* – *Rhizobium*.

El tratamiento 1 aportó los mayores valores de producción de masa fresca, masa seca, debido probablemente a la inoculación de microorganismo de origen bacteriano y la facilidad que brinda los hongos micorrizógenos de realizar acciones simbióticas con los microorganismos y su efectividad en la absorción de nutrientes en los órgano radicales, lo cual coincide con lo planteado por Sánchez, (2017) que planteó incrementos en la producción de masa fresca aérea, siendo este el resultado de la contribución de una mayor absorción de nutriente del suelo.

Tabla 2. Aportes de nutrientes del abono verde (*Canavalia ensiforme*) para las mezclas con suelos en el llenado de las bolsas por cantero.

Tratamientos	Combinaciones	Masa Seca kg	N %	P %	K %
1	C,HMA Rz	25,07	3,95	0,26	1,62
2	C , Rz	19,62	3,09	0,20	1,32
F		18,38	8,90	6,02	5,03
Sig.		0,000443	0,000388	0,000073	0,000025

[Medias con superíndices diferentes, difieren significativamente para $p \leq 0.05\%$, según prueba de F.].
Leyenda: C, HMA, RZ- *Canavalia* más *Rhizobium*, C – *Canavalia*, - Rz - *Rhizobium*

En relación con esto, Joao (2018) planteó que la micorrización influye positivamente en la absorción de los macronutrientes favoreciendo el desarrollo vegetativo y los niveles de materia seca en las plantas.

Esto se corresponde con los criterios expresados por Rivera *et al.* (2017) que señalaron este efecto como consecuencia de los requerimientos nutricionales de las posturas y de las disponibilidades de estos elementos en el suelo, más que de un efecto directo de la micorrización.

Los abonos verdes, en especial la Canavalia, brindan disímiles beneficios en su incorporación al suelo como mejorar las condiciones física y química, de ahí es de gran importancia de incorporarlo a esto y más cuando los suelos presenten baja fertilidad, de acuerdo con diferentes autores que estos son constituyentes orgánicos que pueden actuar como agentes cementantes en conjunto con los minerales arcillosos y contribuyen a la formación de agregados estables, lo que evita la formación de costras y el escurrimiento superficial (Mandal *et al.*, 2018; Kumar *et al.*, 2018; Creamer y Baldwin, 2019; Espíndola *et al.*, 2020).

La Canavalia se considera una especie tropical, que produce abundante fitomasa seca y realiza una alta FBN, fundamentalmente en la época de lluvias y altas temperaturas. En las condiciones de Cuba, de manera general se destaca por hacer un aporte de N al sistema superior a los 100 kg. ha⁻¹ de N (Álvarez, 2020; Treto *et al.*, 2021; Martín, 2021).

En relación con esto, Sánchez *et al.* (2019) encontraron que los efectos de reproducción de las esporas nativas del suelo y de su capacidad de colonización sobre el cultivo posterior, fueron directamente proporcionales con el incremento de la masa seca de los abonos verdes empleados en su estudio

La mezcla de compuestos orgánicos incorporados al suelo representa un beneficio directo para las plantas, ya que promueve un suelo saludable al hacerlo más poroso, mejorando el intercambio gaseoso y nutricional que requieren las plantas. Además, se propicia un pH idóneo para el cultivo de cualquier tipo de vegetales (Aguilar, 2017; Sánchez *et al.*, 2019).

Combinación de abono verde y HMA para producción de posturas de cafeto en un suelo Pardo

Al analizar los resultados obtenidos con las diferentes combinaciones evaluadas, T₁ masa alcanzado por Canavalia – Rz – HMA, T₂ Canavalia – Rz y una proporción de 5:1 con suelo Pardo, para las variables, altura, diámetro del tallo y largo de raíz. En estos aspectos el mejor resultado lo obtuvo con el tratamiento T₁ al expresar los valores más altos en el crecimiento, mostrando diferencia significativa con el resto de los tratamientos (Tabla 3).

Tabla 3. Evaluación de la efectividad de algunas variables en la combinación de abono verde y HMA para producción de posturas de cafeto

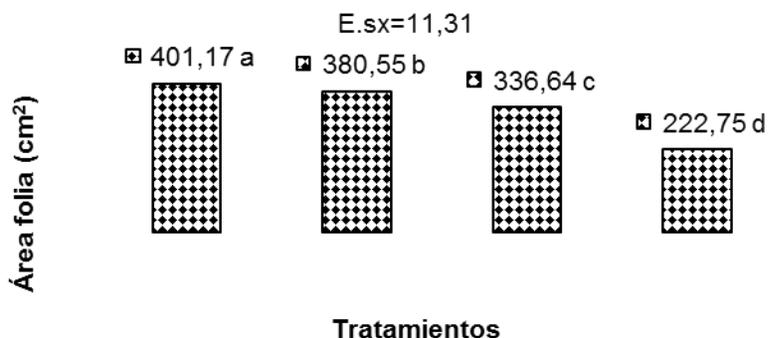
Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Largo de la Raíz (cm)
T1: C,HMA Rz	34,14 a	0,68 a	22,16 a
T2: C, Rz	31,14 b	0,58 b	17,40 b
T3: selección5/1	32,35 b	0,48 c	18,20 b
T4: Testigo	20,09 d	0,48 d	12,16 c
Esx	0,94*	0,02*	0,53*

Media seguida de letras desiguales en la columna difieren significativamente de $p \leq 0,05$. C, HMA, RZ-Canavalia más Rhizobium - C – Canavalia, - Rz - Rhizobium

Esto se debe a que, dentro de los principales beneficios en el uso de los abonos verdes están, la conservación de la humedad y la materia orgánica del suelo, reducción de los costos de fertilización y aumento de los ingresos con la venta de semillas Guerra *et al.*, (2017) además de favorecer la actividad de los microorganismos, al constituir una fuente de energía para su desarrollo.

En la Figura 1 se muestran los resultados de dos combinaciones de la masa seca del abono verde integrado al suelo, con T₁ masa alcanzado por Canavalia – Rz – HMA, T₂ Canavalia –

Rz y una proporción de 5:1 con suelo pardo, toda en presencia de la cepa *Glomus cubensi*, respuesta reflejada en el área foliar, expresando el mejor resultado T₁.



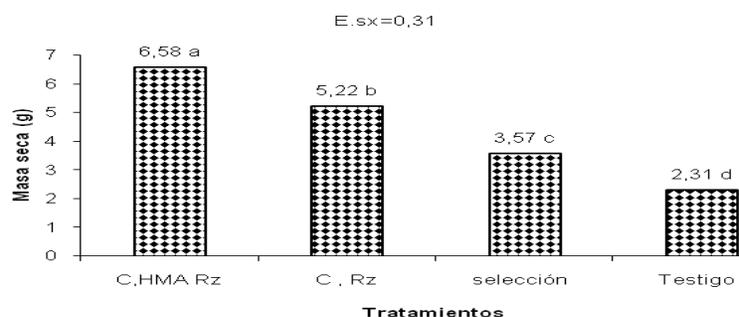
. Media seguida de letras desiguales en la columna difieren significativamente de $p \leq 0,05$.

Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre el área foliar combinación de abono verde y HMA para producción de posturas de caféto.

La aplicación de cepas eficientes formadores de micorrizas (HMA) mejoran la absorción y aprovechamientos de los nutrientes por las plantas y contribuyen a hacer un uso más racional de los fertilizantes Ramírez *et al.*, (2016), de modo que su aplicación combinada con abonos verdes podría ser una alternativa para aumentar la productividad y disminuir la dosis de aplicación de materia orgánica (Sánchez *et al.*, 2019). La mezcla de compuestos orgánicos como abonos verdes, incorporados al suelo representa un beneficio directo para la agricultura (Martín, 2019).

Esto se debe a que, dentro de los principales beneficios en el uso de los abonos verdes están la conservación de la humedad y la materia orgánica del suelo, reducción de los costos de fertilización y aumento de los ingresos con la venta de semillas Guerra *et al.*, (2017); además de favorecer la actividad de los microorganismos, al constituir una fuente de energía para su desarrollo.

Como se aprecia en la Figura 2, el comportamiento de la masa seca muestra que, el tratamiento al que se le incorporó el abono verde a base de *Canavalia ensiformis* coinoculada con HMA y *Rhizobium*, tuvo diferencias significativas sobre el resto de los tratamientos en estudio. Estos resultados muestran que, la Canavalia es una alternativa muy eficiente para lograr incrementos en la masa seca de las posturas de café, pero la misma aumenta cuando se inocula el abono verde con *Rhizobium* y micorrizas.



Media seguida de letras desiguales en la columna difieren significativamente de $p \leq 0,05$.

Canavalia. Rz. *Rhizobium* selección (suelo Pardo, cepa *G. cubensi*)

Figura 2. Comportamiento de los tratamientos sobre la materia seca.

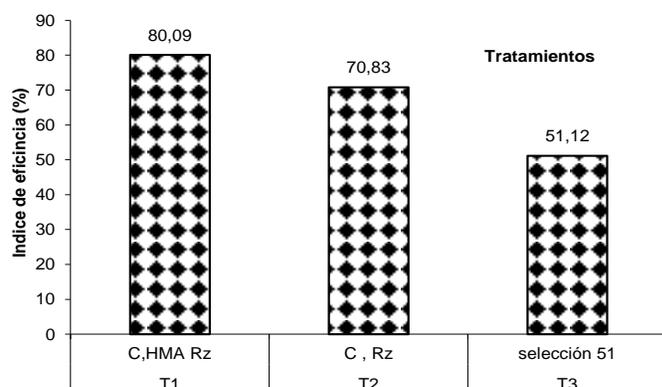
Al respecto, algunos autores como Álvarez (2020) encontraron aportes de 3,3 % de nitrógeno en plantas de *Canavalia ensiformis* en la primera campaña, y 2,7 % en la segunda. Por otra parte, Peña *et al.* (2021) encontraron 4,1 % de N por planta en este abono verde y también Martín, (2019) había reportado en *Canavalia* de 130,13 kg. ha⁻¹ de nitrógeno.

Es importante señalar que, la *Canavalia* es una leguminosa que aumenta su eficiencia en la nodulación y en la fijación biológica del N₂ cuando se inocula con *Rhizobium*, aunque ésta, es una asociación que existe naturalmente en el medio y fue descubierta en 1888 por Beijerinck quien también demostró la importancia de la bacteria en la fijación de nitrógeno (Novo y Hernández, 2019).

A esta eficiencia se le suma la actividad micorrízica con cepas eficientes, que según Martín *et al.* (2020), la inoculación de cepas de HMA eficientes a plantas de *Canavalia ensiformis* puede provocar el aumento de la masa seca y con ello los aportes nutricionales, esta actividad sinérgica provoca mayores beneficios que la actividad individual de la *Canavalia* y las micorrizas, precisamente esto es lo que se evidencia en la figura 2, donde se aprecia que el papel de la *Canavalia* y las micorrizas en la ganancia de masa seca, es mucho mayor cuando trabajan de forma conjunta que en su actividad independiente.

Es importante destacar que la masa seca es una variable de crecimiento muy importante, y es una medida muy confiable de la influencia de esta alternativa de trabajo en la nutrición de las posturas de café, lo cual se reafirma con marcada significación en el índice de eficiencia que se muestra en la Figura 2, nótese como el tratamiento inoculado con la combinación de *Canavalia*, *Rhizobium* y HMA, presenta una eficiencia de 80,09 % superior al testigo.

La inoculación del abono verde con las cepas de HMA antes de la siembra del cafeto en condiciones de vivero puede incrementar los parámetros de crecimientos como la masa seca.



Canavalia. Rz. *Rhizobium* selección (suelo Pardo, cepa *G. cubensi*)

Figura 3. Índices de eficiencia de los tratamientos.

Es importante señalar que, la *Canavalia* es una leguminosa que aumenta su eficiencia en la nodulación y en la fijación biológica del N₂ cuando se inocula con *Rhizobium*, aunque ésta, es una asociación que existe naturalmente en el medio y fue descubierta en 1888 por Beijerinck quien también demostró la importancia de la bacteria en la fijación de nitrógeno (Novo y Hernández, 2019).

Al respecto, Peoples *et al.* (2020) demostraron que los aportes de nitrógeno del *Rhizobium* pueden oscilar entre 50 y 250 kg. ha⁻¹. año⁻¹, por lo que la importancia de este

microorganismo como eficiente fijador de nitrógeno es una realidad que se puede constatar en la actividad práctica. La fijación biológica de N₂ es un proceso de mutualismo entre las plantas hospedantes que suministran carbohidratos y hospedaje al simbiote invasor y este a cambio fija nitrógeno que es muy importante en el crecimiento, desarrollo y otros procesos fisiológicos de la planta, de ahí que la asociación de *Rhizobium* y *Canavalia* sea tan eficiente. Martín (2019) plantea que esta actividad es más eficiente si se incorpora *Canavalia ensiformis*, así lo pudo demostrar para el cultivo del maíz, en este sentido se pudieron obtener incrementos en el crecimiento, en la productividad y en las reducciones de los niveles de fertilizante nitrogenado recomendados para el cultivo.

Córdova-Sánchez *et al.* (2019) por su parte pudieron demostrar en investigaciones realizadas en suelos ácidos de Tabasco en México que la *Canavalia ensiformis* puede propiciar importantes aportes de nitrógeno e influir positivamente en el crecimiento de los cultivos.

Los resultados obtenidos evidencian la factibilidad de uso de estas variantes ecológicas de manejo en sistemas de viveros que unido a la reducción de materia orgánica constituye una práctica orgánica que apunta hacia la sostenibilidad del sistema. Se ratifica la eficiencia y el buen uso para nuestra agricultura de los biofertilizantes, aplicables a cultivos perennes como el café que sin lugar a dudas representara un avance en el sistema tecnológico de este cultivo.

Evaluación económica

Tabla 4. Efecto económico de los tratamientos sobre la producción de posturas.

Tratamientos	Costo de 378000,0 Posturas \$	Valor de la producción \$	Ganancia \$
Siembra <i>Canavalia</i> + Rz + HMA	43003,66	113400	70396,34
<i>Canavalia</i> + Rz	43003,66	113400	70396,34
Siembra con HMA	42646,66	113400	70753,34
M.O, 3:1	59971,76	113400	53428,24

El estudio evidencia que es factible el uso de la *Canavalia ensiformis* micorrizada eficientemente como abono verde y que los gastos de producción con el empleo de biofertilizantes se redujeron en \$0,60 por lo que se considera económicamente factible.

Conclusiones

A partir de la ficha de costo de las posturas de café, según Carta Tecnológica para Vivero con Umbráculo MINAGRI, (2007), se pudo probar que la aplicación de una nueva tecnología que implique cambios en la composición de los sustratos con la utilización de abono verde micorrizado con HMA, desde el punto de vista práctico, favorece la producción de posturas con óptima calidad, superiores a las producidas tradicionalmente.

Se obtuvo mayor monto de utilidades en los tratamientos (1 y 2) donde se aplicó la combinación del hongo y *Rhizobium* con el abono verde, que no solo tuvo impacto en la calidad; sino que, además, se logra un incremento monetario, estancia mínima de las posturas en el vivero, reducción de la carga contaminante, el uso racional de residuales agrícolas y beneficios directos en el sistema suelo.

Bibliografía

ANACAFE, Asociación Nacional del Café (1996). Influencia de la variedad y la altitud en las características organolépticas del café. [En línea]. Disponible en: <https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=InvestigacionesOrganolepticas>.

Fecha de consulta: 17 de julio de 2015. [Links]

- Bahena-Delgado, G. y Tornero-Campante, M. A. (2009). Diagnóstico de las unidades de producción familiar en pequeña irrigación en la subcuenca del río Yautepec, Morelos. *Economía, Sociedad y Territorio* 9(29): 165-184. [[Links](#)]
- Barquero, M. M. (2013). *Recomendaciones para el combate de la roya del cafeto (Hemileia vastatrix Berk et Br.)*. Instituto del Café de Costa Rica, Centro de Investigaciones en Café (CICAFE), (Tercera edición), San José, Costa Rica: ICAFE. 63 Pp. [[Links](#)]
- Bautista, F. E. y Susano, J. L. (2011). Entramados discursivos de productores de café orgánico en el sureste de México, en Anuario del CONEICC, XVIII [En línea]. Disponible en: http://issuu.com/coneicc/docs/portada_anuario_xviii . Fecha de consulta: 25 de diciembre de 2013. [[Links](#)]
- Cruz, P. D. (2010). Secadoras solares tipo domo para café pergamino. La experiencia en Huehuetenango, Guatemala C. A. Red regional para el apoyo a las Asociaciones de Pequeños Productores de Café. Región Centroamericana y el Caribe, Programa Café y Café. [En línea]. Disponible en: <http://www.sustainabilityxchange.info/filesagri/secaderos%20solares%20huehuetenango.pdf> . Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2014. [[Links](#)]
- FAO, Food and Agricultural Organization (1985). Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura en secano. Boletín de Suelos de la FAO 52 Roma -Italia228 Pp. [[Links](#)]
- FIRA, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (2003). Situación de la Red Café,
- Flores-Vichi, F. (2015). La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas, en Espacio I+D [En línea]. Disponible en: http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num7/La_produccion_de_cafe_en_Mexico_ventana_de_oportunidad_para_el_sector_agricola_de_Chiapas.php . Fecha de consulta: 18 de julio de 2015. [[Links](#)]
- Florida, N., López, C. y Pocomucha, V. (2012). Efecto del herbicida para quat y glifosato en propiedades del suelo que condicionan el desarrollo de bacterias y fungi. *Investigación y Amazonía* 2(1,2): 35-43. [[Links](#)]
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades - consulta y descarga. [En línea]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/catalogoclaves.aspx> . Fecha de consulta: 5 de septiembre de 2014. [[Links](#)]
- Juárez, J. P. y Ramírez, V. B. (2007). El turismo rural como complemento al desarrollo territorial rural en zonas indígenas de México, en Scripta Nova, *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* [En línea]. Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-236.htm> . Fecha de consulta: 12 de marzo de 2014.
- López, C. J. R. (2013). Densidad de siembra una estrategia de sostenibilidad en el café, en Cafetal Revista del Caficultor [En línea]. Disponible en: http://www.anacafe.org/glifos/images/c/c2/2013_36_El_Cafetal.pdf . Fecha de consulta: 31 de octubre de 2014. [[Links](#)]
- PNC, Programa Nacional de Competitividad (2010). Guía básica para manejo ambiental del cultivo de café. Costa Rica. [En línea]. Disponible en: <http://es.pdfsb.com/readonline/5a316c436551782f-585864354333316d56413d3d-5597274> . Fecha de consulta: 9 de agosto de 2014. [[Links](#)]
- Rosado-Zarrabal, T. L., Morales-Fernández, S. D., Velázquez-Méndez, A. M., Wong-Villarreal, A. y Corzo-González, H. (2014). Caracterización físico-química de quesos étnicos del estado de Chiapas. *CienciaUAT* 8(1): 6-10.