

## **Necesidad de reinoculación micorrízica en el trasplante del banano en áreas con precedente de canavalia inoculada con HMA**

### **Necessity of mycorrhizal re-inoculation in the transplantation of banana in areas with precedent of inoculated canavalia with AMF**

Jaime Enrique Simó González<sup>1</sup>, Ramón Rivera Espinosa<sup>2</sup>, Luis Alberto Ruiz Martínez<sup>1</sup>, Ernesto Espinosa Cuellar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Apartado 3, Santo Domingo, Villa Clara, Cuba, CP 53000.

<sup>2</sup>Instituto Nacional Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700.

E-mail: micorrizasf@inivit.cu

---

**RESUMEN.** A partir de ser el banano un cultivo micótrofo y de los resultados obtenidos sobre las potencialidades de los abonos verdes inoculados como vía para micorrizar cultivos económicos, se desarrolló este trabajo con el objetivo de evaluar si con un cultivo precedente de *Canavalia ensiformis* (L.) DC, inoculado con cepas eficientes de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), resulta necesaria la inoculación del banano, cultivar 'FHIA-18' (AAAB), en el trasplante a campo. Se evaluaron cuatro tratamientos: un control sin aplicación de fertilizantes, otro con fertilización orgánico-mineral (100 % FOM), ambos sin el cultivo precedente de canavalia; y otros dos tratamientos en los cuales se utilizó canavalia inoculada con HMA como cultivo precedente (uno de los tratamientos recibió aplicaciones medias de fertilizante orgánico-mineral (50 % FOM) mientras que en el otro se reinoculó el banano durante el trasplante). El diseño experimental utilizado fue el de Bloques al Azar, con cuatro réplicas. El experimento finalizó después de tres ciclos productivos (Planta madre, vástagos 1 y 2). Los tratamientos con canavalia inoculada y 50 % FOM, garantizaron elevados rendimientos y contenidos nutricionales satisfactorios, similares al que recibió el 100 % FOM. Lo anterior indicó la efectividad de la inoculación micorrízica, y que es exitosa la inoculación del abono verde como una vía para inocular el banano, no siendo necesaria la reinoculación del mismo en el trasplante.

**Palabras clave:** abonos orgánicos, abonos verdes, ceniza, potasio, simbiosis micorrízica arbuscular.

**ABSTRACT.** From being the banana, a mycotrophic crop and previous results on the potential of green manure inoculated as a way to mycorrhizal economic crops, this work was developed in order to assess whether a precedent *Canavalia ensiformis* cultivation, inoculated with efficient strains of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation, it is necessary the banana inoculation, 'FHIA-18' (AAAB) cultivar in the transplant field. Four treatments were evaluated: a control without application of fertilizers and other organic-mineral fertilizers (100% FOM), both without canavalia and two other treatments that are used above canavalia inoculated AMF and half also received organic-mineral fertilizer applications: (50% FOM), one of which, the banana was re-inoculated in the transplant field and the other one not. The experimental design used, was randomized blocks, with four replications. The experiment ended after three productive cycles (mother plant, stems 1 and 2). Canavalia inoculated treatments and 50 % of FOM, guaranteed high yields and satisfactory nutritional content similar to that received 100 % of FOM and significantly higher than those obtained with the control treatment. This together with the values of colonization percentages and spores at both high and inoculated treatments were no significant differences between them, indicated not only the effectiveness of mycorrhizal inoculation but rather green manure inoculation was successful to inoculate bananas and re-inoculation of the same was not needed on the transplant.

**Keywords:** organic manure, green manure, ash, potassium, arbuscular mycorrhizal symbiosis.

## INTRODUCCIÓN

La simbiosis micorrízica arbuscular (HMA) es prácticamente universal (Brundrett, 2009) y se reconoce como un componente activo de los agroecosistemas que tiene efectos beneficiosos asociados con incrementos en la toma del agua y de los nutrientes del suelo, la disminución del daño ocasionado por algunos patógenos, las mejoras en los agregados del suelo y la mayor capacidad de adaptación de las plantas (Rivera *et al.*, 2007; Verbruggen *et al.*, 2012).

En Cuba, durante los últimos años se ha avanzado en el manejo de la simbiosis a partir de la inoculación de cepas eficientes de HMA y del establecimiento de los factores que rigen la efectividad de las cepas aplicadas (Rivera y Fernández, 2003).

En el banano a escala de plantación, los resultados experimentales de Simó *et al.* (2015) establecieron los beneficios de la aplicación de cepas eficientes HMA por tipo de suelo y garantizaron plantaciones con elevados rendimientos, estado nutricional óptimo y requerimientos menores de fertilizantes orgánico-minerales o minerales.

La permanencia del potencial de micorrización de las cepas eficientes de HMA aplicadas a cultivos en rotación, aunque con resultados positivos, ha sido poco investigada. Según Martín *et al.* (2012) el grueso de las investigaciones en esta temática que se han ejecutado en Cuba, reportan una permanencia efectiva sobre el cultivo posterior al inoculado.

Actualmente se desarrolla un esquema de manejo de la simbiosis, a partir de la integración de los abonos verdes con las cepas eficientes de HMA (Rivera *et al.*, 2015). Esta integración es la vía, no solo para incrementar la producción de biomasa y contenidos de nutrientes de los abonos verdes, sino también para reproducir los propágulos micorrízicos de las cepas inoculadas,

aprovechar el efecto de permanencia y no hacer necesaria la inoculación del cultivo posterior, tal y como encontraron Martín *et al.* (2012) en el maíz.

Estudios recientes han logrado la integración de los abonos verdes precedentes inoculados con la cepa eficiente de HMA y las dosis de fertilizantes orgánico-minerales (Rivera *et al.*, 2015).

No obstante, la inoculación se realiza consecutivamente durante la fase de aclimatización de las plantas de banano obtenidas “*in vitro*”, en la siembra del abono verde y el trasplante del banano. Por tanto, este trabajo persigue la eliminación de la aplicación de HMA durante el trasplante, a partir de utilizar la inoculación del abono verde precedente como vía de introducción de la cepa eficiente de HMA, incrementando asimismo los beneficios asociados al uso de los abonos verdes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante el período comprendido entre el 2008 y 2015, en las áreas agrícolas del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) ubicado a los 22° 35' N, 80°18' W y a 40 msnm, localizado en el municipio de Santo Domingo, provincia de Villa Clara, Cuba.

Los experimentos se desarrollaron sobre un suelo Pardo mullido carbonatado, según la Clasificación de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2015). La caracterización de la fertilidad química del suelo se presenta en la tabla 1 y se realizó según lo descrito en el manual de Paneque *et al.* (2010).

Se utilizó como fuente orgánico-mineral: compost, cuyas principales características aparecen en la tabla 2 y ceniza de paja de caña de azúcar con la composición química siguiente: 9,9; 6,6 y 42,8 g kg<sup>-1</sup> de N, P y K respectivamente.

Tabla 1. Caracterización del suelo Pardo mullido carbonatado. Profundidad de 0-20 cm

Año	pH	MO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca	Mg	K	Conteo de esporas
	H <sub>2</sub> O	(mg g <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )			(esporas 50 g <sup>-1</sup> )
2008*	7,95	20,00	31,8	44,71	3,32	0,37	42,75
Z <sub>1-α</sub> * S <sub>x̄</sub>	±0,06	±1,53	±1,76	±1,45	±0,10	±0,08	±13,45

\* Cada valor es el promedio de ocho muestras compuestas

Tabla 2. Caracterización del compost utilizado, contenidos expresados en base seca

Fuente abono orgánico	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Humedad	C:N
	(H <sub>2</sub> O)	(mg g <sup>-1</sup> )	(g kg <sup>-1</sup> )					(%)	
Compost*	7,00	569,00	19,50	3,10	9,90	14,00	4,90	65,00	17:1
Z <sub>1-α</sub> * S <sub>x</sub>	±0,10	±11,90	±0,80	±0,57	±0,75	±0,87	±0,63	±1,31	

\*Cada valor es el promedio de seis muestras compuestas

Se utilizaron plantas de banano del cv. 'FHIA-18' (*Musa* spp., AAAB). Los tratamientos estudiados (tabla 3) se basaron en los resultados obtenidos previamente por Rivera *et al.* (2015) en este mismo tipo de suelo, cultivar y metodología experimental, en los cuales la inoculación con HMA del banano durante el trasplante, unido con la utilización de la canavalia inoculada, como abono verde precedente e intercalado, y complementada con el 50 % FOM del banano, fue totalmente equivalente a la aplicación del 100 % de la FOM, lo que garantizó elevados rendimientos y el óptimo estado nutricional del banano.

El experimento se desarrolló en dos etapas sobre las mismas parcelas. La primera etapa previa a la plantación de banano, de acuerdo con los tratamientos, fue donde se sembró canavalia como AV mientras que en las áreas correspondientes a los otros tratamientos se mantuvo limpia durante este periodo. La segunda etapa correspondió a la plantación de banano.

El diseño utilizado fue de Bloques al Azar con cuatro réplicas. El experimento finalizó después de tres ciclos productivos (Planta madre, Vástagos 1 y 2).

#### Siembra y manejo de la canavalia inoculada y precedente en la plantación de banano

El experimento se sembró con un marco de siembra de 0,5 m x 0,2 m (100 000 plantas ha<sup>-1</sup>). Se utilizaron 125 kg ha<sup>-1</sup> de semilla. El área de cada parcela fue de 12 m x 12 m (144 m<sup>2</sup>). A los 60 días después de la siembra (dds) se realizó el corte de la canavalia con una chapeadora rotatoria e incorporó la misma en el suelo hasta 15 cm de profundidad con un arado de disco (ADI-3 M).

#### Plantación del banano

Se realizó de forma manual a los 30 días con un marco de plantación de 4,0 m x 2,0 m x 2,4 m (1388 plantas ha<sup>-1</sup>) después del corte e incorporación de la canavalia. En cada parcela experimental se plantaron 20 plantas de banano. El área de cálculo por parcela fue de 43,2 m<sup>2</sup> con seis plantas evaluables. En el experimento se evaluaron tres ciclos productivos: Planta madre (PM) y los hijos seguidores Vástago-1 (V-1) y Vástago-2 (V-2).

#### Siembra y manejo de la canavalia intercalada en plantación de banano

De acuerdo con los tratamientos y a los 30 días después del trasplante del banano, se sembró canavalia intercalada e inoculada, siete surcos en la calle ancha y tres surcos en la calle estrecha, con un marco de siembra de 0,5 m x 0,2 m, siempre con una separación de 0,5 m de los surcos de banano (81 800 plantas ha<sup>-1</sup>). A los 60 dds de la

Tabla 3. Características de los tratamientos en ambas etapas del experimento

No.	Etapa	
	Precedente	Banano (Tres ciclos productivos)
1	Área limpia	Control absoluto
2	Área limpia	100 % FOM
3	AVHMA	AVHMA + HMA(t) + 50 % FOM
4	AVHMA	AVHMA + 50 % FOM

**Leyenda:** AV = canavalia precedente e intercalada; HMA = inoculación micorrízica; t = trasplante; 100 % FOM = 20 y

canavalia se realizó el primer corte de forma manual con machete a una altura de 15 cm del suelo, ejecutando un segundo corte a ras del suelo 60 días después del primero. La canavalia se cortó y arropó en todos los casos sobre las hileras de banano.

### Inoculación con hongos micorrízicos arbusculares

En los tratamientos inoculados siempre se utilizó la especie *R. intraradices*, cepa eficiente de HMA para estas condiciones de suelo (Rivera *et al.*, 2007). El contenido de esporas del inóculo se encontró entre las 25 y 30 esporas g<sup>-1</sup> de producto. La canavalia se inoculó a través del recubrimiento de la semilla, con cantidades de inoculante equivalentes al 8 % del peso de esta. En el banano la inoculación se realizó durante el trasplante de las plantas, a razón de 20 g de inoculante por planta en el fondo del hoyo y siempre localizado debajo de las raíces.

### Esquemas de suministros de nutrientes en la plantación de banano

Se utilizó un esquema de fertilización orgánico-mineral (FOM) a partir de compost y ceniza para suministrar los nutrientes a las plantas de banano en condiciones de campo. Las estimaciones de los aportes totales de nutrientes que se aplicaron con ambos tratamientos se muestran en la tabla 4.

Las atenciones agrotécnicas en las plantaciones de banano se realizaron según lo recomendado en el Instructivo Técnico del Cultivo del Plátano (INIVIT, 2012).

### Evaluaciones y determinaciones realizadas

La cuantificación de esporas de HMA en el suelo se realizó según la modificación de Herrera (1995) al protocolo inicial de Gerdemann y Nicholson (1963) y el porcentaje de colonización micorrízica total fue a partir de 200 mg de raíces. Las raíces fueron teñidas según la metodología descrita por Phillips y Hayman (1970) y la

cuantificación se realizó por el método de los interceptos, desarrollado por Giovanetti y Mosse (1980). La biomasa total en canavalia fue determinada según la metodología descrita por García *et al.* (2001). La concentración de N, P y K, expresada en g kg<sup>-1</sup>, se determinó según el manual de Paneque *et al.* (2010). La extracción de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O (kg ha<sup>-1</sup>) se calculó a partir de las concentraciones (g kg<sup>-1</sup>) de estos elementos y la masa seca (t ha<sup>-1</sup>). El contenido de macronutrientes primarios que se aplicaron por ciclo se estimó a partir de las cantidades (t ha<sup>-1</sup>) al aplicar de FOM, teniendo en cuenta el 65 % de humedad de los portadores y la concentración (g kg<sup>-1</sup>) de N, P y K en los mismos. El rendimiento del banano se expresó en t ha<sup>-1</sup>.

### Análisis estadísticos

Se verificaron en cada caso los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza por Kolmogorov-Smirnov y Levene y se utilizó el paquete estadístico SPSS. Los análisis estadísticos específicos fueron:  $\pm$ Intervalo de Confianza ( $1-\alpha = 0,05$ ) =  $Z_{1-\alpha} * S_{\bar{x}}$ , siendo  $Z_1 = 1,96$  y se realizó ANOVA de clasificación doble. Las diferencias significativas de las medias se docimaron según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El suelo presentó una reacción ligeramente alcalina, con valores de materia orgánica bajos y contenidos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> medios. En relación con los cationes, el Ca<sup>2+</sup> mostró valores altos, mientras que el Mg<sup>2+</sup> y el K<sup>+</sup> presentaron contenidos medios; en el periodo experimental la precipitación anual y temperatura media, fueron aproximadamente 1 349 mm y 24,18 °C respectivamente, muy similares a las medias históricas de los últimos 32 años.

La producción de biomasa acumulada por los tres cortes es de 13 t ha<sup>-1</sup>. La canavalia inoculada

Tabla 4. Estimación del contenido de macronutrientes primarios que se aplicaron por ciclo con la fertilización orgánico-mineral (compost + ceniza)

Fertilización	Contenido (kg ha <sup>-1</sup> )		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
100 % de FOM	330	281	835
50 % de FOM	165	141	418

Leyenda: 100 % FOM = 28 y 14 kg ha<sup>-1</sup> por ciclo de compost y ceniza, respectivamente

incrementó significativamente la cantidad de esporas en el suelo, siendo 13 veces mayores que las cantidades iniciales (tabla 5). Las cantidades de nutrientes extraídos en la etapa precedente por la canavalia fue del orden de los 165; 30 y 151 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente, mientras que la extracción acumulada durante los tres cortes es de 351, 66 y 310 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente.

En los tres ciclos estudiados se obtuvo un efecto positivo de la aplicación de fertilizantes orgánico-minerales (100 % FOM) y del manejo integrado de HMA, canavalia con el 50 % de la FOM sobre el rendimiento del banano (figura 1).

Los rendimientos fueron similares entre sí, superando a los obtenidos por el tratamiento control sin inoculación. La inoculación durante el trasplante del banano no originó diferencias significativas en comparación al tratamiento

homólogo que no se inoculó durante esta fase del cultivo.

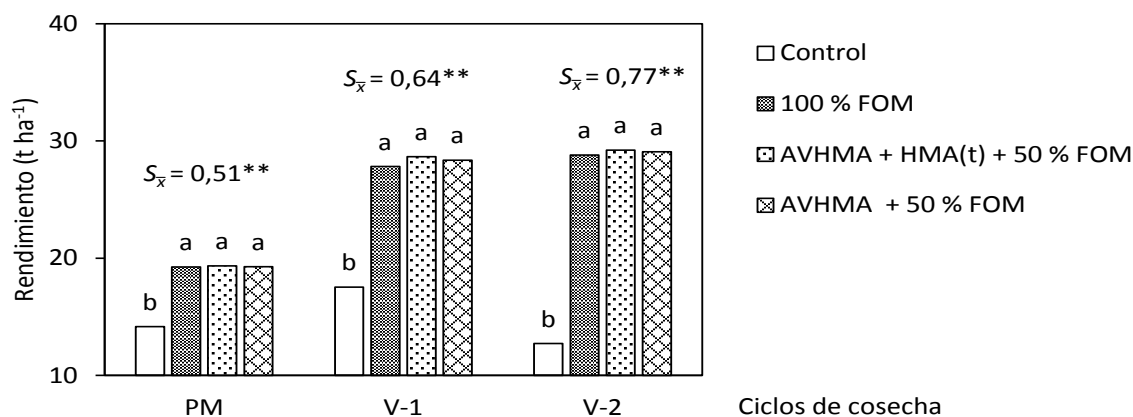
Los tratamientos inoculados presentaron siempre elevados y significativos porcentajes de colonización micorrízica, siendo muy superiores a los tratamientos no inoculados. Los valores de esporas fueron elevados, pero son similares en los dos tratamientos con canavalia inoculada. Además, no se encontraron efectos adicionales por la inoculación micorrízica en los dos indicadores fúngicos evaluados durante el trasplante del banano (tabla 6), aunque se encontraron efectos significativos entre los tratamientos para las concentraciones de N y K, en los tres ciclos evaluados (Tabla 7).

Las concentraciones superiores de N se encontraron en los tratamientos control sin inocular que fueron precisamente los que presentaron menores rendimientos, estos tenores de

**Tabla 5. Valores sobre de masa seca, concentración de nutrientes de la parte aérea y variables del funcionamiento micorrízico de la canavalia inoculada**

Tratamiento	MS	Colonización	No. de esporas	Concentración (g kg <sup>-1</sup> )		
	(t ha <sup>-1</sup> )	(%)	(esporas 50 g <sup>-1</sup> )	N	P	K
Precedente Canavalia + HMA*	6,00±0,12	65,00±0,52	579,13±44,14	27,55±0,17	2,16±0,09	21,02±0,40
Intercalada (corte 1) Canavalia + HMA*	3,99±0,15	62,13±0,69	427,50±65,79	26,16±0,55	2,15±0,04	18,50±1,03
Intercalada (corte 2) Canavalia + HMA*	3,35±0,16	60,00±0,64	324,50±39,85	24,40±0,64	2,11±0,06	17,36±0,57

\*Cada valor es promedio de ocho muestras compuestas. **Legenda:** Canavalia + HMA = canavalia inoculada



**Figura 1. Efecto del manejo de la inoculación con HMA del abono verde y dosis de FOM sobre el rendimiento del banano cv. ‘FHIA-18’ y en cada ciclo productivo**

Legenda: Letras diferentes en cada barra expresan diferencias significativas en cada ciclo según Prueba de Tukey (p ≤ 0,01)

**Tabla 6. Efecto de la reinoculación micorrízica con *R. intraradices* durante el trasplante a campo, sobre la colonización y el número de esporas en los primeros 20 cm de profundidad**

Tratamiento	Colonización			Número de esporas		
	(%)			(esporas 50 g <sup>-1</sup> de suelo)		
	PM	V-1	V-2	PM	V-1	V-2
<b>Control</b>	9,0 c	8,5 c	9,0 c	43,8 b	40,3 b	29,8 b
<b>100 % FOM</b>	15,3 b	15,0 b	12,8 b	70,5 b	48,3 b	39,3 b
<b>AVHMA + HMA(t) + 50 % FOM</b>	60,3 a	61,3 a	58,5 a	819,5 a	1531,0 a	1421,0 a
<b>AVHMA + 50 % FOM</b>	60,3 a	61,3 a	58,5 a	748,5 a	1540,0 a	1341,3 a
<b>S<sub>x</sub></b>	0,3**	0,3**	0,4**	24,1**	35,8 **	32,7**

Letras diferentes en cada columna expresan diferencias significativas según Prueba de Tukey ( $p \leq 0,01$ )

**Tabla 7. Efecto de la reinoculación micorrízica durante el trasplante a campo, la canavalia y dosis de compost y ceniza en cada ciclo sobre la concentración foliar en floración del cv. 'FHIA-18'**

Ciclo	Tratamientos	Concentración foliar (g kg <sup>-1</sup> )		
		N	P	K
PM	<b>Control</b>	32,5 a	2,0	26,4 b
	<b>100 % FOM</b>	27,3 b	2,1	34,0 a
	<b>AVHMA + HMA(t) + 50 % FOM</b>	27,9 b	2,1	34,0 a
	<b>AVHMA + 50 % FOM</b>	27,9 b	2,1	34,1 a
	<b>S<sub>x</sub></b>	0,6**	0,1 NS	0,6**
V-1	<b>Control</b>	30,1 a	2,0	24,9 b
	<b>100 % FOM</b>	25,4 b	2,1	36,6 a
	<b>AVHMA + HMA(t) + 50 % FOM</b>	25,6 b	2,1	35,4 a
	<b>AVHMA + 50 % FOM</b>	25,6 b	2,1	36,3 a
	<b>S<sub>x</sub></b>	0,3**	0,1 NS	0,5**
V-2	<b>Control</b>	28,3 a	2,0	23,8 b
	<b>100 % FOM</b>	23,1 b	2,1	37,4 a
	<b>AVHMA + HMA(t) + 50 % FOM</b>	23,6 b	2,1	37,4 a
	<b>AVHMA + 50 % FOM</b>	24,0 b	2,1	36,8 a
	<b>S<sub>x</sub></b>	0,4**	0,1 NS	0,4**

N fueron superiores ( $p \leq 0,01$ ) a los encontrados en los tratamientos que utilizaron canavalia inoculada y recibieron 50 % de FOM o el que recibió 100 % FOM, con los cuales se alcanzaron los mayores rendimientos.

Se encontró un marcado efecto positivo y significativo de los tratamientos respecto a la concentración foliar de K en cualquiera de los tres ciclos, pero en este caso las mayores concentraciones se asociaron con los tratamientos que recibieron el 100 % FOM y los que utilizaron canavalia inoculada y recibieron 50 % de FOM, sin

encontrarse diferencias significativas entre dichas concentraciones. Estos valores son muy superiores a los obtenidos por el tratamiento control sin inocular.

Los resultados encontrados dejaron claro la alta reproducibilidad del manejo conjunto de la canavalia inoculada con cepas eficientes de HMA y utilizada como cultivo precedente e intercalado con dosis complementarias de FOM (Rivera *et al.*, 2015), lo que disminuye los requerimientos de FOM en comparación con los tratamientos sin canavalia inoculada.

Los elevados valores de los porcentajes de colonización micorrízica (60 %) obtenidos en estos tratamientos, han sido considerados propios de una micorrización efectiva en el banano (Simó *et al.*, 2015), *C. ensiformis* y *Zea mays* (Martín *et al.*, 2012). Además, estos autores evidenciaron tanto la efectividad de la cepa *R. intraradices* para el banano en estas condiciones edáficas, como que la integración de los AV y las dosis medias de FOM, lo que garantiza un funcionamiento micorrízico efectivo.

Una micorrización efectiva de los cultivos conlleva incrementos en la absorción de los nutrientes y disminución de los requerimientos de fertilizantes tanto en forma minerales como orgánicos (Rivera *et al.*, 2007).

En este caso, la disminución de las cantidades de FOM se encuentra asociada al hecho de que las plantas micorrizadas eficientemente incrementan la mineralización de las fuentes orgánicas, a través de la intensificación de la actividad microbiana y por tanto, la velocidad de descomposición (Veresoglou *et al.*, 2012). También, las fuentes orgánicas incrementan las estructuras micorrízicas en la raíz (Hodge y Fitter, 2010) y por ende la capacidad de absorción de los nutrientes. Asimismo, el propio reciclaje asociado a la biomasa de los AV y el N atmosférico fijado en la canavalia por los rizobios nativos asociados (Spanoletti *et al.*, 2013), también participan en la disminución de los requerimientos de los FOM de las plantas de banano.

El análisis foliar evidenció la importancia del K para el banano (Guijarro, 1983) lo que indica que los tratamientos micorrizados garantizaron una nutrición potásica adecuada al cultivo, aún en presencia de cantidades menores de FOM.

Los valores similares encontrados en las variables estudiadas entre los tratamientos con canavalia inoculada y dosis del 50 % de la FOM, pero que difirieron con la aplicación o no del inoculante micorrízico durante el trasplante, indicaron que no es necesario realizar inoculaciones en esa etapa del cultivo.

Lo anterior debe estar relacionado entre otros aspectos con la elevada reproducción de esporas realizada por las micorrizas en el tratamiento de canavalia inoculada (aproximadamente cerca de 600 esporas 50 g<sup>-1</sup> de suelo en el momento del trasplante de las plantas de banano) por tanto, se garantiza el potencial de inóculo que permite una micorrización eficiente del banano. Resultados similares sobre la reproducción de esporas y el efecto de permanencia sobre el cultivo posterior

fueron reportados en maíz por Martín *et al.* (2012).

Las esporas reproducidas en el tratamiento de canavalia inoculada, presumiblemente deben corresponder a la cepa inoculada y en cualquiera de los casos, fue una consecuencia de la inoculación de la canavalia con una cepa eficiente, en este caso *R. intraradices*. Los resultados disminuyeron en 28 kg ha<sup>-1</sup> la cantidad de inoculante válidos para alcanzar un funcionamiento micorrízico satisfactorio durante los 24 meses de la plantación.

## CONCLUSIONES

La utilización de la canavalia precedente e inoculada con cepas eficientes de HMA que recibe el 50 % FOM en las plantaciones de banano garantizan rendimientos elevados y beneficia la micorrización efectiva del cultivo posterior; lo que se convierte en una vía eficiente para micorrizar las plantas de banano sin necesidad de realizar la reinoculación durante el trasplante al campo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Brundrett, M. C.: Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant and Soil*, 320: 37-77, 2009. ISSN 1573-5036.
2. García, M.; E. Treto y M. Álvarez: Comportamiento de diferentes especies de plantas para ser utilizadas como abonos verdes en las condiciones de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 22 (4): 11-16, 2001. ISSN 0258-5936.
3. Gerdemann, J. W. y T.H. Nicholson: Spore of mycorrhizae endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, 46 (2): 235-244, 1963. ISSN 0007-1536.
4. Giovanetti, M. y B. Mosse: An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots. *New Phytologist*, 84 (3): 489-500, 1980. ISSN 1469-8137.
5. Guijarro, R.: Investigaciones con relación al régimen nutricional y fertilización del plátano en las condiciones de los suelos Ferralíticos Rojos. Tesis de Doctorado, ISCAH, La Habana, Cuba. 1980, 107 p.

6. Hernández, A.; J. Pérez; D. Bosch y N. Castro: Clasificación de los suelos de Cuba 2015. edit. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba. 2015, 93 p. ISBN 978-959-7023-77-7.
7. Herrera, R.A.; R.L. Ferrer; E. Furrázola; M.O. Orozco: Estrategia de funcionamiento de las micorrizas VA en un bosque tropical. Biodiversidad en Iberoamérica. Ecosistemas, Evolución y Procesos sociales. (ed. ser. Monasterio, M.). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. Diversidad Biológica. Subprograma XII, Mérida, México. 1995.
8. Hodge, A. y A. Fitter: Substantial nitrogen acquisition by arbuscular mycorrhizal fungi from organic material has implications for N cycling. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107: 13754-13759, 2010. ISSN 1091-6490.
9. INIVIT (Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales): Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales. Instructivo Técnico para la producción de Viandas. Primera edición. Producción de semillas por método biotecnológico. 1.a Editorial INIVIT, La Habana, Cuba, p.121-122, 2012. ISBN 978-959-295-006-1.
10. Martín, G.; R. Rivera; A. Pérez; L. Arias: Respuesta de la *Canavalia ensiformis* a la inoculación micorrízica con *Glomus cubense* (Cepa INCAM-4), su efecto de permanencia en el cultivo del maíz. *Cultivos Tropicales*, 33 (2): 20-28, 2012. ISSN 0258-5936.
11. Paneque, P.V.M.; N.J.M. Calaña; V.M. Calderón; B.Y. Borges; G.T.C. Hernández y C.M. Caruncho: Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos, edit. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 153 p. 2010. ISBN 978-959-7023-51-7.
12. Phillips, J.M. y D.S. Hayman: Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55 (1): 158-161, 1970. ISSN 0007-1536.
13. Rivera, R. y K. Fernández: Bases científico-técnicas para el manejo de los sistemas agrícolas micorrizados eficientemente. En: Manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. R. Rivera y K. Fernández: Estudio de caso: el Caribe. 1.a ed., Editorial INCA, La Habana, Cuba. 2003, 177 p. ISBN 959-7023-24-5.
14. Rivera, R.; F. Fernández; K. Fernández; L. Ruiz [et al.]: Advances in the management of effective arbuscular mycorrhizal symbiosis in tropical ecosystems. Editores Hamel, C. y C. Plenchette: *Mycorrhizae in Crop Production*. Editorial Haworth Press, Binghamton, N.Y., p. 151-196, 2007. ISBN 978-1-56022-306-1.
15. Rivera, R.; L. Ruíz; G. Martín; J. Simó [et al.]: Manejo conjunto e impacto de biofertilizantes micorrízicos y otros bioproductos en la producción agrícola de diferentes cultivos. Informe Primer Semestre 2015, Proyecto P131LH0010003. Instituto Nacional Ciencias Agrícolas, Mayabeque, Cuba, 2015. <DOI 10.13140/RG.2.1.2416.3605>.
16. Simó, G.J.E.; M.L.A. Ruiz y E.R. Rivera: Manejo de la simbiosis micorrízica arbuscular y el suministro de nutrientes en plantaciones de banano cv. FHIA-18 (*Musa AAAB*) en suelo Pardo mullido carbonatado. *Cultivos Tropicales*, 36 (4): 43-54, 2015. ISSN 0258-5936.
17. Spanoletti, N. F.; A. Fernández; G.N.E. Tobar y V.M. Chiochio: Las micorrizas arbusculares y *Rhizobium*: una simbiosis dual de interés. *Revista argentina de microbiología*, 45 (2): 131-132, 2013. ISSN 0325-7541.
18. Verbruggen, E.; M. van der Heijden; M. Rillig y E.T. Kiers: Mycorrhizal fungal establishment in agricultural soils: factors determining inoculation success. *New Phytologist*. 2012. ISSN 0028-646x. <DOI 10.1111/j.1469-8137.2012.04348.x.>.
19. Veresoglou, D.; B. Chen y M. C. Rillig: Arbuscular mycorrhiza and soil nitrogen cycling. *Soil Biology and Biochemistry*, 46: 53-62, 2012. ISSN 0038-0717.