

RESPUESTA DE *Canavalia ensiformis* (L.) A LA INOCULACIÓN CON DIFERENTES CEPAS DE HONGO MICORRÍZICO ARBUSCULAR EN UN SUELO FARL

Response of *Canavalia ensiformis* (L.) to inoculation with different arbuscular mycorrhizae fungi strains in a FARL soil

Milagros García Rubido^{1✉}, Ramón Rivera Espinosa², Yoanna Cruz Hernandez¹, Yenssi Acosta Aguiar¹ y José Ramón Cabrera¹

ABSTRACT. The aim of the study was to evaluate the response of *Canavalia ensiformis* to inoculation of different arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) strains in a Ferrallitic Yellow Reddish and Lixiviaded soil dedicated to tobacco production. The experiment was carried out using random blocks with five variants and repetitions that include the four strains inoculated *Canavalia ensiformis* with the strains of Rhizo plagus and a control without inoculation. The results demonstrated that *Glomus cubense* strain has the best response for this type of soil. The largest growth and development of canavalia was reached with the application of *Glomus cubense* strains with a dry mass foliar production was 7,3 t ha⁻¹ and the highest levels of nutrients such as N, P, K (264,9 kg N ha⁻¹; 37,6 kg P ha⁻¹; 226,7 kg K ha⁻¹) were obtained. The use of inoculated *Canavalia ensiformis* with *Glomus cubense* and *Rhizophagus intraradices* had a significant response and increased the mycorrhizae functioning in soil used for tobacco production.

RESUMEN. Con el objetivo de evaluar la respuesta de la *Canavalia ensiformis* a la inoculación con diferentes cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en un tipo genético de suelo Ferralítico Amarillento Rojizo Lixiviado (FARL) dedicado al cultivo de tabaco. Se realizó una investigación con un diseño experimental de bloques al azar, con cinco variantes y cuatro repeticiones, que incluyen la canavalia inoculada con las cepas *Rhizophagus intraradices*, *Funneliformis mosseae*, *Glomus cubense* y *Glomus claroideum* y la variante sin inoculación como testigo. Los resultados demostraron que la cepa *Glomus cubense* presentó la mejor respuesta para este tipo de suelo. Se alcanzó el mayor crecimiento y desarrollo de la canavalia por la inoculación con la cepa *Glomus cubense*, con una producción de masa seca foliar de 7,3 t ha⁻¹ y se lograron los mayores contenidos de nutrientes NPK (264,9 kg N ha⁻¹; 37,6 kg P ha⁻¹; 226,7 kg K ha⁻¹ respectivamente). La utilización de *Canavalia* inoculada con las cepas *Glomus cubense* y *Rhizophagus intraradices* incrementó el funcionamiento micorrízico en un suelo tabacalero.

Key words: green manure, inoculation, nutrients, soil

Palabras clave: abono verde, inoculación, nutrientes, suelo

INTRODUCCIÓN

La utilización de abonos verdes favorece e incrementa la actividad microbiana y diversidad de los microorganismos del suelo, como los fijadores de N y los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) (1). Dentro de ellos se encuentra la *Canavalia ensiformis* (L.) especie que brinda efectos positivos sobre la fertilidad del suelo,

ya que aumenta la capacidad de retención de agua, reduce el lavado y la lixiviación de nutrientes, así como favorece la actividad microbiana del suelo (2, 3).

La canavalia es una especie adaptada a las condiciones de Cuba debido a su vigoroso crecimiento, a los aportes de N atmosférico fijado al sistema suelo-planta, vía fijación biológica del nitrógeno (FBN) y por reciclar cantidades apreciables de P y K^Δ.

¹Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero, San Juan y Martínez, Pinar del Río. C.P. 23200.

²Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, Mayabeque, La Habana, Cuba.

✉ milagros@eet.sj.co.cu

^ΔPozzi, C. *Estudo de sistemas de uso do solo em rotações de culturas em sistemas agrícolas brasileiros: dinâmica de nitrogênio e carbono no sistema solo-planta-atmosfera*. Tesis de Doctorado, Universidad Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005, Rio de Janeiro, Brasil, 120 p.

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son microorganismos que permiten mejorar el desarrollo de los cultivos cuando interactúan con las plantas, creando simbiosis entre sí. También están presentes en cerca del 95 % de los cultivos agrícolas y pueden aumentar los procesos de absorción y traslocación de nutrientes en las plantas (4).

Los abonos verdes son alternativas de manejo para los suelos (5), su asociación con HMA pueden condicionar modificaciones cualitativas y cuantitativas en las poblaciones de estos hongos en el suelo^B (6). Numerosos son los resultados en suelos Ferralítico Rojo y Nitisol Ródico Eútrico que demuestran el aumento de los propágulos micorrízicos en el suelo cuando se emplean rotaciones que incluyen *Canavalia ensiformis* como abono verde (3, 7, 8).

En nuestro sistema agrícola y específicamente para estos suelos no se han desarrollado investigaciones con la especie *Canavalia ensiformis* que den respuesta a inoculaciones con cepas específicas de HMA. Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la respuesta de la *Canavalia ensiformis* a la inoculación con diferentes cepas de HMA en un suelo Ferralítico Amarillento Rojizo Lixiviado dedicado al cultivo del tabaco.

MATERIALES Y MÉTODOS

En las campañas tabacaleras 2013-2014 y 2014-2015, se realizó un estudio en áreas de la Estación Experimental del Tabaco, ubicada en el macizo tabacalero de Vuelta Abajo, "Finca Vivero", San Juan y Martínez, provincia Pinar del Río. El suelo en esta área se clasifica como Ferralítico Amarillento Rojizo Lixiviado (9). Algunas de sus características se presentan en la Tabla I.

El comportamiento de las principales variables (temperatura media, humedad relativa y precipitaciones) durante las dos campañas que se desarrolló el experimento fueron tomadas de la Estación Agrometeorológica de San Juan y Martínez, valorándose los períodos relativos a cada uno de los años en que tuvo lugar la fase de campo.

^B Martín, G. M. *Manejo de la inoculación micorrízica arbuscular, Canavalia ensiformis y la fertilización nitrogenada en plantas de maíz (Zea mays) cultivadas sobre suelos Ferralíticos Rojos de La Habana*. Tesis de Doctorado, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), 2009, La Habana, Cuba, 101 p.

Las condiciones climáticas presentaron un comportamiento idóneo para el desarrollo vegetativo del cultivo de canavalia, con valores por encima de 160 mm de lluvia caída en ese período^B, lo que favorece el desarrollo vegetativo de esta especie de leguminosa y se corresponde con los aportes de biomasa seca y nutrientes aportados al suelo.

La investigación se realizó en un área total de 310,5 m², se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con cinco variantes y cuatro repeticiones. Las variantes estudiadas fueron evaluadas durante dos campañas con canavalia sin inoculación e inoculada con las diferentes cepas que se describen a continuación:

DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

- ◆ Sin inoculación (Testigo)
- ◆ *Rhizophagus intraradices*
- ◆ *Funneliformis mosseae*
- ◆ *Glomus cubense*
- ◆ *Glomus claroideum*

La siembra de la canavalia se realizó en la segunda decena de agosto, de forma manual, la inoculación de la semilla se realizó mediante su recubrimiento con las diferentes cepas del inóculo certificado (30 esporas de HMA g de inóculo⁻¹). Se preparó una pasta homogénea en una proporción de 1 kg de cada inóculo por cada 10 kg de semilla, y con ella se recubrió la semilla hasta que quedo completamente cubierta. Posteriormente se pusieron a secar en la sombra durante 5 a 10 minutos y se procedió a la siembra. A los 60 días después de la germinación, se procedió al muestreo del suelo para realizar el conteo de esporas de HMA y de las plantas completas, con el fin de determinar la masa seca total, el contenido de nutrientes y las variables de funcionamiento fúngico en las raíces de Canavalia. Para la toma de las muestras se seleccionaron, en el área de cálculo (surcos centrales), tres plantas completas por metro lineal, incluyendo el suelo de la rizosfera y las raicillas de las plantas, por cada tratamiento y réplica, dejando los dos primeros surcos como área de borde.

Tabla I. Algunas características del suelo en el área experimental

pH _{KCl}	MO (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	No, Esporas HMA 50g suelo ⁻¹
		mg 100g ⁻¹			cmol(+) Kg ⁻¹			
5,5	1,38	41,70	23,50	3,50	1,40	0,10	0,41	299

Determinaciones químicas: pH KCl potenciómetro, M.O. (10), P Oniani, Cationes NH₄ Ac pH 7, No. esporas HMA (11)

PRODUCCIÓN DE BIOMASA AÉREA

Para determinar la biomasa seca foliar ($t\ ha^{-1}$), se tomaron los órganos de la parte aérea de las plantas (hojas y tallos) comprendidas en 1 m lineal dentro de cada parcela. Se pesó la masa fresca total de cada órgano por separado en una balanza (g por planta) Sartorius digital METTLER, de ahí, se tomó una fracción y se puso a secar en la estufa a 70 °C hasta alcanzar masa constante, determinándose la masa seca total y se extrapoló a $t\ ha^{-1}$.

DETERMINACIONES REALIZADAS

La extracción de N, P_2O_5 y K_2O se calculó a partir de los datos de la masa seca de la biomasa total y la correspondiente concentración de cada elemento (porcentaje de N, P y K), mediante la fórmula:

Extracción de N, P_2O_5 y K_2O = [rendimiento de la biomasa x concentración del compuesto químico en cada órgano]/100

Para ello se determinó:

La concentración de N, P y K en las hojas y los tallos de la canavalia (%). A partir de la biomasa de canavalia, se tomó una muestra homogénea de hojas y tallos, y se evaluaron los contenidos totales de N, P y K (12).

Nitrógeno (N): digestión húmeda con H_2SO_4 + Se y determinación colorimétrica con el reactivo de Nessler.

Fósforo (P): digestión húmeda con H_2SO_4 + Se y determinación por el método colorimétrico con molibdato de amonio.

Potasio (K): digestión húmeda con H_2SO_4 + Se y determinación por fotometría de llama.

Conteo de esporas de HMA: se realizó haciendo extracción en 50 g suelo (11, 13).

Colonización radical: la evaluación se realizó por el método de los interceptos mediante el porcentaje de colonización micorrízica o frecuencia de colonización (14).

PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO

Para la determinación de las diferencias entre los tratamientos se utilizó la dócima de comparación de Rangos Múltiples de Duncan para $p \leq 0,05$ (15). Todos los datos fueron procesados con el paquete estadístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS) para Microsoft Windows versión 21.0 (16).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla II se observa el comportamiento de la masa fresca, masa seca y los contenidos de nutrientes de Canavalia en presencia de diferentes cepas de HMA.

Se puede apreciar que entre las cepas evaluadas, se destacó la *Glomus cubense* con mayor producción de masa fresca y masa seca, obteniéndose los mejores resultados con diferencias significativas al resto de las cepas estudiadas y el testigo. Los estudios de comparación de cepas realizados en Cuba, si bien han demostrado la existencia de una alta especificidad cepa eficiente de HMA eficiente-tipo de suelo (17), también han demostrado la mayor competitividad de *Glomus cubense* para establecer una simbiosis efectiva, tanto en los suelos donde se recomienda (3) como en otros donde esta cepa no es la más eficiente (18).

La cepa *Glomus cubense* tiene la mejor respuesta en este tipo de suelo, lo que se relaciona con investigaciones en diversos cultivos y tipos de suelos, dentro de ellos el tomate, la cebolla y los pastos sobre suelos Ferralíticos Rojos y, en general, para suelos de media y alta fertilidad (3, 4, 19, 20).

Las especies del género *Glomus* tienen un amplio rango de distribución funcional, predominando en ecosistemas de alta y media fertilidad donde son eficientes y competitivas. Los resultados en Cuba permitieron extender estos rangos a las condiciones de baja y muy baja fertilidad (4).

Tabla II. Masa fresca, masa seca y extracción de nutrientes (N, P, K) de canavalia en presencia de cuatro cepas de HMA

Tratamientos	Masa fresca	Masa seca	Absorción total de nutrientes		
	($t\ ha^{-1}$)	($t\ ha^{-1}$)	(kg ha^{-1})		
	Total	Total	N	P	K
Sin inoculación (Testigo)	36,6 b	4,0 d	157,4 c	19,1 c	122,9 d
<i>Rhizophagus intraradices</i>	38,4 b	6,3 b	243,1 a	33,1 ab	181,9 b
<i>Funneliformis mosseae</i>	35,8 b	5,2 c	194,9 b	24,1 bc	153,6 c
<i>Glomus cubense</i>	44,9 a	7,3 a	264,9 a	37,6 a	226,7 a
<i>Glomus claroideum</i>	38,1 b	4,1 d	148,7 c	18,4 c	120,1 d
E.S (+/-)	0,946	0,098	6,400	3,334	4,979
CV (%)	9,55	24,54	23,99	37,16	25,97

Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba de Duncan ($P < 0,05$)

La mayor producción de masa seca aérea con esta cepa alcanzó las 7,3 t ha⁻¹, resultados que están en correspondencia con días largos y altas precipitaciones (aproximadamente 171 mm) en toda la etapa del cultivo, lo que favoreció el incremento vegetativo en un período menos prolongado. Sin embargo, a pesar de obtener los mejores resultados con la cepa *Glomus cubense*, también es importante señalar el buen comportamiento en la producción de masa seca por la cepa *Rhizophagus intraradices* (6,3 t ha⁻¹) para este tipo de suelo.

Los resultados de la masa seca en canavalia en presencia de las cepas *Glomus cubense* y *Rhizophagus intraradices*, están en correspondencia con lo reportado en la literatura sobre esta especie como abono verde en sistemas agrícolas. La producción de masa aérea se incrementó favorablemente con el inicio de las lluvias, logrando rendimientos de 5,33 t ha⁻¹ de masa seca, además de los incrementos en N y P en la absorción de nutrientes^c. Bajo las condiciones agroclimáticas de Cuba esta especie crece y se desarrolla muy rápido durante la época de primavera, coincidiendo con los meses más lluviosos (mayo–octubre)^p.

Se ha demostrado que los abonos verdes en el verano crecen más rápido y acumulan más N, debido a la intensidad de la luz solar (21). Al aumentar las precipitaciones, se intensifica el crecimiento de las plantas empleadas como abono verde y a mayor producción de fitomasa se incrementa el contenido de nutrientes (22, 23).

Las leguminosas son plantas que responden más vigorosamente a la inoculación con HMA y una mayor asociación de las hifas para un incremento en la transferencia de nutrientes (3). Este planteamiento ratifica los resultados que se muestran al evaluar el contenido de nutrientes (N, P, K), donde se observaron diferencias en las plantas inoculadas con las diferentes cepas respecto al testigo sin inoculación.

Las mayores cantidades de nutrientes fueron encontrados en la canavalia cuando se inoculó con la cepa *Glomus cubense*, con valores de N superiores a los 264,9 kg ha⁻¹ y valores promedio de 37,6 y 226,7 kg ha⁻¹ de P y K, respectivamente, los cuales están en correspondencia con los resultados obtenidos en el crecimiento de la masa seca foliar (Tabla II).

Especies como canavalia, acumulan mucho más N que otras especies de plantas y se ha sugerido que se debe a la mayor fitomasa aérea producida por las leguminosas y a la FBN. Este proceso,

en condiciones propicias para el crecimiento, conlleva a un mayor desarrollo aéreo y radical, lo que implica una mayor exploración del suelo y si la disponibilidad de elementos lo permite, aumenta la absorción de estos en dependencia de la capacidad de extracción de las raíces (6).

La absorción de nutrientes indica el grado de respuesta de cada especie, de acuerdo con la simbiosis hongo–hospedero, es por ello que existe compatibilidad entre especies de leguminosas empleadas como abono verde con HMA nativo del suelo y especies inoculadas (24).

En correspondencia con lo planteado, en la Tabla III se muestra el número de esporas de HMA en el suelo y la colonización micorrízica, después del corte de las plantas de canavalia a los 60 días de edad.

Tabla III. Efecto de las diferentes cepas sobre algunas variables de funcionamiento fúngico

Tratamientos	No, Esporas en 50 g suelo ⁻¹	Colonización (%)
Sin inoculación	255,25 ^c	36,00 ^c
<i>Rhizophagus intraradices</i>	325,25 ^a	56,77 ^a
<i>Funneliformis mosseae</i>	306,25 ^b	41,83 ^b
<i>Glomus cubense</i>	333,00 ^a	58,45 ^a
<i>Glomus claroideum</i>	223,50 ^d	39,17 ^b
ES (+/-)	3,192	0,675
CV (%)	15,19	20,85

Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba de Duncan (P<0,05)

Al inocular canavalia con diferentes especies de HMA se garantiza la multiplicación de las esporas de HMA en el suelo después del corte e incorporación de estas plantas, en comparación con el número de esporas al inicio del experimento que fue de 299 esporas en 50 g de suelo seco. El tratamiento sin inoculación, al final del experimento tuvo menor cantidad de esporas que al inicio. Por otra parte se aprecia un mejor comportamiento en las variables evaluadas con la presencia de las cepas *Glomus cubense* y *Rhizophagus intraradices* al mostrar diferencias significativas con el resto de las cepas y el testigo sin inoculación.

La canavalia inoculada con las cepas *G. cubense* y *R. intraradices*, tiene un porcentaje de colonización del 58 y 56 %, respectivamente, y mayor número de esporas por gramo de suelo, encontrándose una relación entre el número de esporas de HMA por gramo de suelo y el porcentaje de colonización.

^cAguilar, N. *Efecto del abono verde de Canavalia ensiformis (Canavalia) en sistemas agrícolas*. Inst. Centro de Información Documental Agropecuaria (CIDAGRO), Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), 2005, Panamá, 7 p.

^pGarcía, M. *Contribución al estudio y utilización de los abonos verdes en cultivos económicos desarrollados sobre un suelo Ferralítico Rojo de La Habana*. Tesis de Doctorado, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), 1997, La Habana, Cuba, 98 p.

Estos resultados se relacionan con los obtenidos en canavalia, al encontrar un porcentaje de colonización del 55 % y el número de esporas por gramo de suelo, que es mayor donde se cultiva canavalia, en dependencia de la época de muestreo y la fase fenológica de la planta (3).

Otros estudios refieren que el porcentaje de colonización es más alto con inoculación de micorrizas en relación al testigo, concluyendo que la inoculación de HMA tuvo un efecto positivo en la colonización de la raíz (25).

A pesar de observar un incremento en el número de esporas se pudo apreciar que estos suelos tienen un alto contenido de esporas nativas y que el empleo de la canavalia como abono verde favorece la reproducción de estas. Los HMA existen de manera natural en los suelos y las prácticas de abonado verde pueden aumentar la presencia de sus propágulos infectivos, es por ello que la canavalia es considerada una especie de elevada respuesta micorrízica capaz de multiplicar las esporas nativas del suelo (4)^E.

La cepa *G. hoi-like*, actualmente denominada *Glomus cubense* presentó mayor número de esporas que las demás cepas de HMA en canavalia cultivada en suelo Ferralítico Rojo, siendo esta efectiva no solo en el crecimiento y la nutrición, sino también en la reproducción de los propágulos micorrízicos. Esto constituye otro beneficio adicional obtenido con empleo de los abonos verdes (3).

Al respecto en estudios recientes se reporta la canavalia como una especie vegetal, que entre otras ventajas al ser empleada como abono verde, tiene la peculiaridad de multiplicar los propágulos de HMA en el suelo, sean nativos o inoculados y propiciar de esta manera la colonización micorrízica del cultivo posterior, proporcionando así un valor agregado como abono verde en los sistemas agrícolas (8).

Estudios con abonos verdes e inoculación micorrízica en suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, afirman que el incremento de esporas de HMA en estos suelos es debido al crecimiento de los abonos verdes, encontrándose una relación entre la masa seca producida y las esporas encontradas en la rizosfera de las plantas de canavalia. Destacan además, que la intensidad de reproducción de los propágulos está directamente relacionada con las diferencias en el crecimiento de los abonos verdes. La explicación a lo anterior, es que la multiplicación de las esporas es consecuencia no solo de la asociación micorrízica de estos cultivos, sino también del crecimiento de las plantas (26).

CONCLUSIONES

Los mayores aportes de masa fresca, masa seca y nutrientes (N, P, K) para este tipo de suelo se alcanzaron cuando se inoculó canavalia con la cepa *Glomus cubense*.

El funcionamiento micorrízico en un suelo Ferralítico Amarillento Rojizo Lixiviado dedicado al cultivo del tabaco se incrementó con la utilización de canavalia inoculada con las cepas *Glomus cubense* y *Rhizophagus intraradices*.

BIBLIOGRAFÍA

1. Barrios, E.; Mahuku, G.; Navia, J.; Corts, L.; Asakawa, N.; Jara, C. y Quintero, J. "Green manure impact on nematodes, arbuscular mycorrhizal and pathogenic fungi in Tropical Soils planted to common beans" [en línea]. En: *XVIII World Congress of Soil Science*, Ed. International Union of Soil Science, Philadelphia, Pennsylvania, USA, 2006, [Consultado: 10 de enero de 2017], Disponible en: <<http://www.lds.go.th/18wcst/techprogram/P15849.HTM>>.
2. Torrealba, G. T.; Viera, J. y Bravo, P. "Factores relacionados con la acidez del suelo y su efecto sobre el crecimiento de la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C.". *Agronomía Tropical*, vol. 48, no. 1, 1998, pp. 19-32, ISSN 0002-192X.
3. Martín, G. M.; Arias, L. y Rivera, R. "Selección de las cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) más efectivas para la *Canavalia ensiformis* cultivada en suelo Ferralítico Rojo". *Cultivos Tropicales*, vol. 31, no. 1, 2010, pp. 27-31, ISSN 0258-5936.
4. Rivera, E. R. y Fernandez, S. K. *El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible: Estudio de caso El Caribe* [en línea]. Ed. Ediciones INCA, 2003, La Habana, Cuba, 166 p., ISBN 978-959-7023-24-1, [Consultado: 10 de enero de 2017], Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/299979710_El_manejo_efectivo_de_la_simbiosis_micorrizica_una_via_hacia_la_agricultura_sostenible_Estudio_de_caso_El_Caribe>.
5. Prager, M. M.; Sanclemente, R. O. E.; Sánchez, de P. M.; Miller, G. J. y Ángel, S. D. I. "Abonos verdes: Tecnología para el manejo agroecológico de los cultivos". *Agroecología*, vol. 7, no. 1, 2012, pp. 53-62, ISSN 1989-4686.
6. Espindola, J. A. A.; de Almeida, D. L.; Guerra, J. G. M.; da Silva, E. M. R. y de Souza, F. A. "Influência da adubação verde na colonização micorrízica e na produção da batata-doce". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 33, no. 3, 1998, pp. 339-347, ISSN 1678-3921.
7. Martín, G. M.; Costa, R. J. R.; Urquiaga, S. y Rivera, R. A. "Rotación del abono verde *Canavalia ensiformis* con maíz y micorrizas arbusculares en un suelo Nitisol Ródico Eútrico de Cuba". *Agronomía Tropical*, vol. 57, no. 4, 2007, pp. 313-321, ISSN 0002-192X.
8. Martín, G. M.; Rivera, R.; Arias, L. y Pérez, A. "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*, vol. 33, no. 2, 2012, pp. 20-28, ISSN 0258-5936.

^E Filho, P. F. M. *Potencial de reabilitação do solo de uma área degradada, através da revegetação e do manejo microbiano*. Tese Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004, Piracicaba, São Paulo, Brasil, 89 p.

9. Hernández, J. A.; Pérez, J. M.; Bosch, D.; Rivero, L.; Camacho, E.; Ruiz, J.; Salgado, E. J.; Marsán, R.; Obregón, A.; Torres, J. M.; Gonzáles, J. E.; Orellana, R.; Paneque, J.; Ruiz, J. M.; Mesa, A.; Fuentes, E.; Durán, J. L.; Peña, J.; Cid, G.; Ponce de León, D.; Hernández, M.; Frómata, E.; Fernández, L.; Garcés, N.; Morales, M.; Suárez, E. y Martínez, E. *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. Ed. AGROINFOR, 1999, La Habana, Cuba, 64 p., ISBN 959-246-022-1.
10. Walkley, A. y Black, I. A. "An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method". *Soil science*, vol. 37, no. 1, 1934, pp. 29–38, ISSN 0038-075X, 1538-9243.
11. Gerdemann, J. W. y Nicolson, T. H. "Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting". *Transactions of the British Mycological Society*, vol. 46, no. 2, 1963, pp. 235-244, ISSN 0007-1536, DOI 10.1016/S0007-1536(63)80079-0.
12. Paneque, P. V. M.; Calaña, N. J. M.; Calderón, V. M.; Borges, B. Y.; Hernández, G. T. C. y Caruncho, C. M. *Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos* [en línea]. Ed. Ediciones INCA, 2010, La Habana, Cuba, 157 p., ISBN 978-959-7023-51-7, [Consultado: 27 de enero de 2016], Disponible en: <<http://mst.ama.cu/578/>>.
13. Herrera, R. A.; Ferrer, R.; Furrázola, E. y Orozco, M. O. *Estrategia de funcionamiento de las micorrizas (VA) en un bosque tropical*. *Biodiversidad en Ibero América: Ecosistemas, Evolución y Proceso sociales*. Programa Iberoamericano de Ciencias y Tecnología para el desarrollo. Sub – programa XII, Diversidad Biológica, 1995, Mérida, México, 201 p., ISSN-1576–9526.
14. Giovannetti, M. y Mosse, B. "An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots". *New Phytologist*, vol. 84, no. 3, 1980, pp. 489-500, ISSN 1469-8137, DOI 10.1111/j.1469-8137.1980.tb04556.x.
15. Duncan, D. B. "Multiple Range and Multiple F Tests". *Biometrics*, vol. 11, no. 1, 1 de marzo de 1955, pp. 1-42, ISSN 0006-341X, DOI 10.2307/3001478.
16. IBM Corporation. *IBM SPSS Statistics* [en línea]. versión 21.0, [Windows], Ed. IBM Corporation, 2012, U.S, Disponible en: <<http://www.ibm.com>>.
17. Herrera-Peraza, R. A.; Hamel, C.; Fernández, F.; Ferrer, R. L. y Furrázola, E. "Soil–strain compatibility: the key to effective use of arbuscular mycorrhizal inoculants?". *Mycorrhiza*, vol. 21, no. 3, 2010, pp. 183-193, ISSN 0940-6360, DOI 10.1007/s00572-010-0322-6.
18. González, P. J.; Arzola, J.; Morgan, O.; Rivera, R.; Plana, R. y Fernández, F. "Manejo de las asociaciones micorrízicas en pastos del género *Brachiaria* cultivados en suelos Ferralítico Rojo y Pardo Mullido". En: *XVI Congreso Científico del INCA*, Ed. Ediciones INCA, La Habana, Cuba, 2008, ISBN 978-959-16-0953-3.
19. Calderón, M. y González, P. J. "Respuesta del pasto guinea (*Panicum maximum*, cv. Likoni) cultivado en suelo Ferralítico Rojo Lixiviado a la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares". *Cultivos Tropicales*, vol. 28, no. 3, 2007, pp. 33-38, ISSN 0258-5936.
20. González, P. J.; Pérez, G.; Medina, N.; Crespo, G.; Ramírez, J. F. y Arzola, J. "Co-inoculation of ryzobium strains and one of arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus cubense*) and its effect on kuzdzú (*Pueraria phaseoloides*)". *Cuban Journal of Agricultural Science*, vol. 46, no. 3, 2012, pp. 331-334, ISSN 2079-3480.
21. Cherr, C. M.; Scholberg, J. M. S. y McSorley, R. "Green Manure as Nitrogen Source for Sweet Corn in a Warm–Temperate Environment". *Agronomy Journal*, vol. 98, no. 5, 2006, pp. 1173-1180, ISSN 1435-0645, DOI 10.2134/agronj2005.0036.
22. Perin, A.; Santos, R. H. S.; Urquiaga, S.; Guerra, J. G. M. y Cecon, P. R. "Phytomass yield, nutrients accumulation and biological nitrogen fixation by single and associated green manures". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 39, no. 1, 2004, pp. 35-40, ISSN 0100-204X, DOI 10.1590/S0100-204X2004000100005.
23. Sodré-Filho, J.; Cardoso, A. N.; Carmona, R. y Carvalho, A. M. de. "Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 39, no. 4, 2004, pp. 327-334, ISSN 0100-204X, DOI 10.1590/S0100-204X2004000400005.
24. Monzon, A. y Azcón, R. "Relevance of mycorrhizal fungal origin and host plant genotype to inducing growth and nutrient uptake in Medicago species". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 60, no. 1, 1996, pp. 9-15, ISSN 0167-8809, DOI 10.1016/S0167-8809(96)01066-3.
25. Pérez-Luna, Y. del C.; Álvarez-Solís, J. D.; Mendoza-Vega, J.; Pat-Fernández, J. M.; Gómez-Álvarez, R. y Cuevas, L. "Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares en maíz con cultivo de cobertura y biofertilizantes en Chiapas, México". *Gayana. Botánica*, vol. 69, no. 1, 2012, pp. 46-56, ISSN 0717-6643, DOI 10.4067/S0717-66432012000100006.
26. Sánchez, E. C.; Rivera, E. R.; Caballero, B. D.; Cupull, S. R.; González, F. C. y Urquiaga, C. S. "Abonos verdes e inoculación micorrízica de posturas de café sobre suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados". *Cultivos Tropicales*, vol. 32, no. 3, 2011, pp. 11–17, ISSN 1819-4087.

Recibido: 11 de enero de 2016

Aceptado: 8 de septiembre de 2016

