

Influencia de la inoculación con micorrizas y cepas de *Rhizobium* en la absorción de nutrientes por *Canavalia ensiformis*¹

Yusdel Ferrás-Negrín*, Carlos Alberto Bustamante-González**, Ionel Hernández-Forte*** e Ynolberto Delgado-Pérez*

Resumen

La inoculación de microorganismos en los abonos verdes es una opción viable, ya que incrementa la disponibilidad de nutrientes en el suelo y su aprovechamiento por las plantas. La investigación se realizó durante 2013 y 2014 en la Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa sobre un suelo Fersialítico Pardo Rojizo con el objetivo de evaluar la influencia de la inoculación mixta de hongos formadores de micorrizas y *Rhizobium* en la eficiencia de la absorción de nutrientes por *Canavalia ensiformis*. Se estudiaron los tratamientos resultantes de la combinación de cuatro cepas de *Rhizobium* y dos niveles de micorrizas (*Glomus cubense*). Como indicador agrobiológico se evaluó la masa seca de las plantas y la absorción y uso eficiente de nitrógeno, fósforo y potasio. La cepa Can4 resultó superior al resto de las cepas de *Rhizobium* estudiadas e incrementó en 41,8 % la masa seca de la *Canavalia*; en 67,2 % su absorción de nitrógeno y 33,7 % el uso eficiente del fósforo con respecto al tratamiento sin inocular. La inoculación de *Glomus cubense* no ejerció efecto en la masa seca de la *Canavalia* ni en la eficiencia del fósforo, y deprimió la absorción del nitrógeno en el suelo Fersialítico Pardo rojizo. La inoculación mixta micorriza-*Rhizobium* incrementó de manera significativa la eficiencia del uso del potasio por la *Canavalia* al utilizar las cepas Can3, Can4 y Can5. El uso combinado Can3-*Glomus cubense* incrementó en 29 % la eficiencia del uso del nitrógeno.

Palabras clave: fósforo, micorriza, nitrógeno, potasio.

Abstract

The inoculation of microorganisms in green manures is a viable option since it increases the availability of nutrients in the soil and its use by plants. The research was conducted during the years 2013 to 2014, at the Agro-forestry Experimental Station of Jibacoa on a reddish Brown Fersialitic soil, with the objective of evaluating the influence of mixed inoculation of mycorrhizal fungi and *Rhizobium* on the efficiency of the absorption of nutrients by *Canavalia ensiformis*. The treatments resulting from the combination of 4 strains of *Rhizobium* and 2 levels of mycorrhizae (*Glomus cubense*) were studied. As an agrobiological indicator, the dry mass of the plants and the absorption and efficient use of nitrogen, phosphorus and potassium were evaluated. The Can4 strain was superior to the rest of the *Rhizobium* strains studied and increased the dry mass of *Canavalia* by 41,8 %; in 67,2 % its absorption of nitrogen and 33,7 % the efficient use of phosphorus with respect to the treatment without inoculation. The inoculation of *Glomus cubense* had no effect on the dry mass of the *Canavalia* or on the efficiency of phosphorus and depressed the absorption of nitrogen in the reddish Brown Fersialitic soil. The mixed mycorrhizal inoculation-*Rhizobium* significantly increased the efficiency of potassium use by *Canavalia*, by using Can3, Can4 and Can5 strains. The combined use of Can3-*Glomus cubense* increased the efficiency of nitrogen use by 29 %.

Key words: phosphorus, mycorrhiza, nitrogen, potassium.

¹ Recibido: 14/09/2017

Aprobado: 17/05/2018

* Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa, Villa Clara, Cuba. yusdel@jibacoa.inaf.co.cu

** Estación Experimental Agro-Forestal de Tercer Frente, Santiago de Cuba, Cuba. nutricion1@tercerfrente.inaf.co.cu

***Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Mayabeque, Cuba. ionel@inca.edu.cu

Introducción

El uso eficiente de nutrientes ha ganado recientemente más atención con el incremento en los costos de fertilizantes y la continua preocupación por el impacto ambiental. Este término describe qué tan bien las plantas o un sistema de producción usan los nutrimentos (Stewart, 2007). Según Santos *et al.* (2013) y Müller (2013), se define, en sentido fisiológico, como la cantidad de biomasa o materia seca producida por unidad de nutriente absorbido.

Varios mecanismos relacionados con las características morfológicas y fisiológicas de la planta contribuyen a la utilización eficiente de nutrientes, tales como el sistema radicular extensivo (que posibilita la exploración de mayor volumen de suelo), alta relación entre raíces y parte aérea, habilidad del sistema radicular en modificar la rizosfera (posibilitando superar bajos niveles de nutrientes) (Fageria y Baligar, 1993; citado por Tomaz *et al.*, 2009).

Una amplia adopción en la siembra de leguminosas están siendo sustentadas con un mejoramiento en la “comunicación” entre la planta y el inoculante, y resulta ser una aproximación válida y disponible en el mercado, como lo son los biofertilizantes basados en microbios, principalmente rizosféricos y bacterias endofíticas que contribuyen a aumentar la eficiencia en el uso de algunos fertilizantes, principalmente en cultivos de cereales (Bermúdez, Brejov y Berute, 2015).

Las leguminosas empleadas como abono verde reúnen varias ventajas, pues además del aporte considerable de nitrógeno que realizan, son capaces de reciclar otros nutrientes y mejorar algunas propiedades físicas y biológicas de los suelos. En las condiciones de Cuba, una de las especies de abono verde que mejores resultados ha tenido es la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. (Martín, Reyes y Ramírez, 2015).

Hernández, Nápoles y Morales (2015), al citar a varios autores, plantearon que las bacterias promotoras del crecimiento vegetal se asocian a muchas especies de plantas presentes en la mayoría de los ecosistemas. Las mismas tienen la capacidad de incrementar la disponibilidad de nutrientes, transformarlos a formas asimilables por la planta, producir sustancias promotoras del crecimiento fitohormonas o servir como control biológico de fitopatógeno. Dentro del primero de estos grupos bacterianos se encuentran los rizobios, microorganismos que se asocian simbióticamente con las leguminosas.

Existe una relativa eficiencia de las cepas de *Rhizobium* por tipo de suelo. En una investigación que realizaron Martín, Reyes y Ramírez (2015) obtuvieron que Can2 fue la cepa inoculada que mayor acumulación de biomasa aérea provocó en la Canavalia desarrollada sobre suelo Ferralítico rojo, mientras que en el suelo Gley Nodular Ferruginoso fueron Can3, Can4 y Can5.

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) están presentes en cerca del 95 % de los cultivos agrícolas, y pueden aumentar los procesos de absorción y translocación de nutrientes en las plantas (Rivera y Fernández, 2003; citado por García y col., 2017). Se ha encontrado que la Canavalia es una planta con alta respuesta a la inoculación con cepas eficientes de HMA por tipo de suelo; sin embargo, no siempre se ha logrado un incremento significativo del crecimiento y desarrollo de esta especie frente a la inoculación (Martín y col., 2012).

Martín y col. (2017) observaron incrementos en los contenidos de N en la Canavalia por efecto de la coinoculación de micorriza y *Rhizobium*. La combinación *R. intraradices* con el aislado Can5 mostró de forma reiterada los mejores resultados sobre la extracción de nitrógeno de este abono verde en suelos Pardos mullidos carbonatados.

En la localidad de Jibacoa existen pocas referencias sobre el estudio de *Glomus cubense* y cepas de *Rhizobium* en los índices de absorción, y mucho menos en el uso eficiente de nutriente por la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. como abono verde. Por lo antes expuesto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de la inoculación mixta de hongos formadores de micorrizas y cepas de *Rhizobium* en la eficiencia de la absorción de nutrientes en esta especie en suelos Fersialítico Pardo rojizo de la localidad de Jibacoa.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó durante 2013-2014 en la Unidad de Ciencia y Técnica de Base (UCTB) de Jibacoa a 340 msnm, en el municipio de Manicaragua, provincia de Villa Clara, Cuba, que pertenece al Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF).

El experimento se desarrolló en una plantación de café (*Coffea arabica* L., variedad Isla 5-4) con un año de edad, plantada a 2 m x 1,50 m bajo sombra de guamo (*Inga vera*, Wild.).

En un arreglo bifactorial en bloque al azar se estudiaron los tratamientos resultantes de la combinación de

cuatro cepas de *Rhizobium* (Can2, Can3, Can4, y Can5) y dos niveles (sin y con) de *Glomuscubense* Y. Rodr. y Dalpé, sp. nov. (Rodríguez *et al.*, 2011).

La Canavalia (*Canavalia ensiformis* (L.) D. C.) se sembró a 0,20 m x 0,25 m entre las hileras de los cafetos, y se separaron a 0,80 m de los mismos. Cada parcela estuvo constituida por 21 plantas de la leguminosa.

Tanto las cepas de *Rhizobium* como la micorriza provinieron del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Las cepas de *Rhizobium* tuvieron un título de 9×10^9 UFM $\cdot$ ml⁻¹, mientras que la de micorriza 34 esporas $\cdot$ g⁻¹ de suelo.

La inoculación con *Rhizobium* se realizó en las primeras horas de la mañana a la sombra. Se aplicó el inóculo directamente encima de las semillas (4 mL $\cdot$ kg⁻¹ de semillas) y se esperó hasta que se secara para sembrarlas. En los tratamientos donde se inocularon los dos biofertilizantes se aplicó primero el *Rhizobium* y después se espolvoreó la micorriza (10 % del peso de la semilla), removiéndola y homogenizando las semillas. En el tratamiento con inoculación micorrízica y sin *Rhizobium* las semillas se humedecieron con agua común.

El suelo donde se estableció la Canavalia es Fersialítico Pardo rojizo (Hernández y col., 2015) ácido, con baja fertilidad y bajos contenidos de materia orgánica y potasio (Tabla 1).

Tabla 1. Características físico-químicas del suelo

pH KCl	M.O. (%)	P_2O_5	K_2O	Ca^{++}	Mg^{++}
		$mg \cdot 100 g^{-1}$		$meq \cdot 100 g^{-1}$	
4,07	2,38	14,38	7,79	4,7	1,7

Cuando el 75-80 % de la Canavalia floreció, se tomaron 15 plantas al azar de cada tratamiento, se pesaron sus diferentes órganos (raíz, tallo y hojas) y se enviaron muestras al laboratorio para la determinación del contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. Estos valores se utilizaron para calcular la absorción y uso eficiente de estos nutrimentos.

El nitrógeno (N) se realizó por el método Kjeldalh, el fósforo (P) por colorimetría por el método del azul de molibdeno, y el potasio (K) por fotometría de llama.

A partir de la materia seca y las concentraciones de nutrientes se calculó la eficiencia de uso de los nutrientes (EU), según la fórmula de Siddiqi y Glass (1981), citado por Tomaz *et al.* (2009):

$$EU = (\text{masa seca de la planta})^2 / (\text{contenido de nutriente en la planta}).$$

A los datos se les realizó la prueba de normalidad y homogeneidad de varianza. La comparación de las medias se hizo mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan con un nivel de confianza del 95 %. Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el programa InfoStat versión 1.0 (InfoStat, 2012).

Resultados y discusión

La inoculación con *Rhizobium* influyó de forma significativa y positiva en la masa seca de la Canavalia, en la absorción del nitrógeno y uso eficiente del fósforo (Tabla 2). La cepa Can4 incrementó respectivamente en 41,8 %; 67,2 % 33,7 % estos indicadores con respecto al tratamiento sin inocular. Esta cepa resultó asimismo superior significativamente al resto de las cepas estudiadas.

Tabla 2. Influencia de los factores en la masa seca, absorción de nutrientes y su uso eficiente por plantas de Canavalia

Cepas de <i>Rhizobium</i>	<i>Glomus cubense</i>	Masa seca	N	UEP
		$t \cdot ha^{-1}$	$kg \cdot ha^{-1}$	$g^2 \cdot mg^{-1}$
Sin		1,58 c	34,54 d	4,80 c
Can2		1,84 b	40,75 c	5,68 b
Can3		1,93 b	45,92 b	5,69 b
Can4		2,24 a	57,75 a	6,42 a
Can5		1,89 b	43,89 bc	5,47 b
E.E., x		0,07*	1,47*	0,07*
	Sin	1,91	46,38 a	5,62
	Con	1,88	42,76 b	5,61
	E.E. x	0,04 ns	0,93*	0,05 ns
C.V., %		20,26	8,08	6,59

*Medias con letras diferentes difieren significativamente para valor de $p \leq 0,05$.

NS: No significativo para valor de $p \leq 0,05$.

Pentón y col. (2014) observaron incremento de la masa seca de Canavalia al inocular cepas de *Rhizobium* en un suelo Ferralítico rojo, y citan a Matías (1995), quién señaló que entre los factores que afectan el rendimiento de esta especie, está el no inocular la semilla con cepas específicas de *Rhizobium*.

La inoculación de *Glomus cubense* no ejerció efecto en la masa seca de la Canavalia ni en la eficiencia del fósforo, y deprimió la absorción del nitrógeno (Tabla 2).

Esta ausencia de eficiencia de las HMA puede estar relacionada con la acidez del suelo (4,07) del área en estudio. Rivera y col. (2015) expresaron que la efectividad de las cepas de micorriza se asoció fundamentalmente al suelo, donde el pH y el calcio intercambiable presentaron los mayores coeficientes de correlación; además plantearon que *Glomus cubense* tuvo la mayor efectividad en pH entre 5,8 y 6,5, superiores a los existentes en este estudio. Para este suelo se posee información sobre la efectividad de las cepas *Glomus mosseae* ecotipo2, *Glomus mosseae* ecotipo1 y *Glomus fasciculatum* (Sánchez, 2001) en el cultivo del cafeto; sin embargo, no se disponía de información sobre el uso de *Glomus cubense* en estas condiciones.

Se debe de considerar lo expresado por Rivera y col. (2015), quienes opinan que las complejas interacciones que se establecen entre los contenidos de los elementos

en el suelo, su disponibilidad y el pH no permiten concluir que solo sea el pH del suelo el factor determinante en la conducta y efectividad de las cepas de HMA; no obstante, quedó establecida su importancia y la del ambiente edáfico en condicionar la efectividad de las cepas estudiadas de HMA.

Estos resultados difieren de los informados por Martín y col. (2012), quienes al inocular *Glomus cubense* (CEPA INCAM-4) en un suelo Ferralítico rojo en la época de frío, observaron incrementos significativos de la masa seca de Canavalia (1,35-1,60 t • ha⁻¹) y el aporte de N, P y K con valores que oscilaron entre 42,44-79,25 kg • ha⁻¹; 4,85-5,92 kg • ha⁻¹ y 29,07-38,08 kg • ha⁻¹, respectivamente, en una de las áreas de estudio.

El análisis estadístico realizado reveló que no existió interacción para la masa seca total, la absorción del nitrógeno y el uso eficiente del fósforo (UEP), por tanto, no se muestran estos resultados; pero sí se encontró (Tabla 3) interacción para la absorción del fósforo, el potasio y el uso eficiente del nitrógeno (UEN) y el potasio (UEK).

Los tratamientos que no se inocularon con *Rhizobium* independientemente del uso de *Glomus cubense* presentaron de manera general los valores más bajos de absorción del fósforo, el potasio y de eficiencia del uso del nitrógeno y el potasio (Tabla 3).

Tabla 3. Influencia de la inoculación mixta en la absorción y uso eficiente de nutrientes por Canavalia

Cepas de <i>Rhizobium</i>	<i>Glomus cubense</i>	P_2O_5	K_2O	UEN	UEK
		kg • ha ⁻¹		g ² • mg ⁻¹	
Sin	Sin	8,83 e	24,53 df	1,25 cd	1,77 cd
Can2	Sin	10,25 cd	27,77 cdf	1,40 abcd	2,10 abc
Can3	Sin	10,72 cd	32,53 bc	1,21 cd	1,83 cd
Can4	Sin	14,13 a	50,62 a	1,50 ab	1,86 bcd
Can5	Sin	10,43 cd	32,88 bc	1,28 bcd	1,71 d
Sin	Con	8,83 e	23,70 f	1,19 d	1,72 d
Can2	Con	9,72 de	28,83 bcdf	1,38 abcd	1,95 abcd
Can3	Con	11,22 bc	29,57 bcd	1,56 a	2,23 a
Can4	Con	12,17 b	33,45 b	1,42 abcd	2,23 a
Can5	Con	11,27 bc	28,90 bcdf	1,43 abc	2,18 ab
E.E., x		0,41*	1,60*	0,07*	0,10*
C.V., %		6,68	8,88	9,25	9,27

*Medias con letras diferentes difieren significativamente para valor de $p \leq 0,05$.
ns: No significativo para valor de $p \leq 0,05$.

Can4 fue la única cepa de *Rhizobium* capaz de incrementar significativamente los valores de absorción de fósforo y potasio sin el uso de las micorrizas.

Un comportamiento diferente se observa al analizar la eficiencia del uso del potasio, pues las cepas Can3, Can4 y Can5 incrementaron significativamente este indi-

cador en 22, 20 y 27 %, respectivamente, al inocular la Canavalia con *Glomus cubense*. De igual manera el uso combinado Can3-*Glomus cubense* incrementó en 29 % la eficiencia del uso del nitrógeno.

García y col. (2017) obtuvieron incrementos en la absorción de NPK por la Canavalia al estudiar diferentes cepas de HMA, y encontraron que *Glomus cubense* fue la que mejores resultados presentó.

La acidez también pudo haber propiciado el comportamiento de la Canavalia ante la cepa Can4. Hernández y col. (2012), con estas mismas cepas de *Rhizobium*, demostraron que aislados de Can4 fueron más tolerantes a pH 4,5 en el medio de cultivo, y que no afectó su crecimiento durante las 48 h de incubación.

Las plantas requieren del uso eficiente del fósforo, ya que durante la fijación biológica de nitrógeno se utilizan grandes cantidades de este nutrimento porque es un proceso altamente energético y se gasta mucha energía tanto en la asociación con el *Rhizobium* como en el proceso de fijación. Paredes (2013) planteó que la fijación es un proceso costoso para la planta en cuanto a energía. La reacción de reducción del nitrógeno es un proceso endergónico que requiere un mínimo de energía de 960 kJ • mol⁻¹ de nitrógeno, por lo que debe acoplarse a un sistema que produzca ATP de una manera eficiente (Fernández y col., 2002).

Pérez (2007) informó que Pérez y Smith (2005) compararon el efecto de dos especies forrajeras [*Brachiaria decumbens* Stapf y *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw] sobre la acidificación de la rizosfera y la disolución de tres rocas fosfóricas de diferente solubilidad, y encontraron que la leguminosa (*Stylosanthes*) fue más eficiente que la gramínea (*Brachiaria*) en disolver y utilizar fósforo del mineral natural de mediana a alta solubilidad. Expresó además que la mayor eficiencia de la leguminosa estuvo asociada a su dependencia en la fijación biológica de N₂ (N reducido) y a la mayor absorción de calcio, con relación a la gramínea.

Conclusiones

- La cepa Can4 resultó superior al resto de las cepas de *Rhizobium* estudiadas, e incrementó en 41,8 % la masa seca de la Canavalia, en 67,2 % su absorción de nitrógeno y 33,7 % el uso eficiente del fósforo con respecto al tratamiento sin inocular.
- La inoculación de *Glomus cubense* no ejerció efecto en la masa seca de la Canavalia ni en la eficiencia

del fósforo, y deprimió la absorción del nitrógeno en el suelo Fersialítico Pardo rojizo.

- La inoculación mixta micorriza-*Rhizobium* incrementó de manera significativa la eficiencia del uso del potasio por la Canavalia al utilizar las cepas Can3, Can4 y Can5. El uso combinado Can3-*Glomus cubense* incrementó en 29 % la eficiencia del uso del nitrógeno.

Bibliografía

- Bermúdez, M.; Brejov, P. y M. Eugenia Berute: Cultivo de soja. Boletín de Resultados. 2015. [En línea], Disponible en: <http://www.monsantobioag.com/global/las/Products/Documents/Boletines%20de%20Resultados/BoletinSoja2015.pdf> [Consultado: nov. 29, 2017].
- Fernández, Mercedes; Nuria de María y María Rosario de Felipe: Fijación biológica de nitrógeno: factores limitantes. *Ciencia y Medio Ambiente – CCMA-CSIC*, 195-202 pp, 2002. [En línea], Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/128283/1/Fijaci%C3%B3n%20Biol%C3%B3gica391%28MC%20F%20Pascual%29.pdf> [Consultado: dic. 05, 2017].
- García, Milagros; Rivera, R.; Yoanna Cruz; Yenssi Acosta; y J. Ramón: Respuesta de *Canavalia ensiformis* (L.) a la inoculación con diferentes cepas de hongo micorrízico arbuscular en un suelo FARL. *Cultivos Tropicales*, 38 (1): 7-12, 2017.
- Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. y N. Castro: *Clasificación de los suelos de Cuba*, Ed. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 93 p., 2015, ISBN: 978-959-7023-77-7.
- Hernández, I.; María C. Nápoles y Belkis Morales: Caracterización de aislados de rizobios provenientes de nódulos de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) con potencialidades en la promoción del crecimiento vegetal. *Cultivos Tropicales*, 36(1):65-72, 2015.
- Hernández, I.; María C. Nápoles; Guianeya Pérez; Rosales, P. R.; Baños, J. R. y J. F. Ramírez: Caracterización fenotípica de aislados de rizobios procedentes de la leguminosa forrajera *Canavalia ensiformis*. *Cultivos Tropicales*, 33 (4): 21-28, 2012.
- InfoStat. Versión 1.0 Universidad. Nacional de Córdoba. Argentina. 2012.
- Martín, Gloria M.; Rivera, R. ; Pérez, A. y Lianne 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.

- Martín, Gloria M.; Tamayo, Y.; Hernández, I.; Varela, M. y E. da Silva: Cuantificación de la fijación biológica de nitrógeno en *Canavalia ensiformis* crecida en un suelo Pardo mullido carbonatado mediante los métodos de abundancia natural de ^{15}N y diferencia de N total. *Cultivos Tropicales*, 38 (1): 122-130, 2017.
- Martín, Gloria; R. Reyes y J. F. Ramírez: Coinoculación de *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. con *Rhizobium* y hongos Micorrízicos Arbusculares en dos tipos de suelos de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 36 (2): 22-29, 2015.
- Müller, H. O.: "Evaluación de la eficiencia de uso de fósforo en una pradera fertilizada en cobertera y en localización con máquina regeneradora" [inédito], tesis de candidatura. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 2013. [En línea], Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fam958e/doc/fam958e.pdf> [Consultado: nov. 29, 2017].
- Paredes, María Carolina: "Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas" [inédito], tesis de candidatura". Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. 2013. [En línea], Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/fijacion-biologica-nitrogeno-leguminosas.pdf> [Consultado: dic. 05, 2017].
- Pentón, G.; Rivera, R.; Martín, G. J.; Oropeza, K. y F. Alonso: Manejo de *Canavalia ensiformis* coinoculada con HMA y *Rhizobium* intercalada en plantaciones de morera (*Morus alba* L.). *Rev. Fac. Agron., (LUZ)*, 31: 377-392, 2014.
- Pérez, M. J.: Eficiencia de algunas leguminosas en la utilización de fósforo proveniente de rocas fosfóricas. *Rev. Fac. Agron., (LUZ)*, 24:113-132, 2007. [En línea], Disponible en: http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/enero_marzo2007/mjperez.pdf [Consultado: nov. 29, 2017].
- Rivera, R.; González, P. J.; Hernández, A.; Gloria Martín; Ruíz, L.; Fernández, K.; et al.: La importancia del ambiente edáfico y del pH sobre la efectividad y la recomendación de cepas eficientes de HMA para la inoculación de los cultivos. En: *VIII Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo*, 2-5 Junio. La Habana, Cuba. *Memorias*. 2015. ISBN: 978-959-296-039-8.
- Rodríguez, Y.; Dalpé, Y.; Séguin, S.; Fernández, K.; Fernández, F. y R. A. Rivera: *Glomus cubense* sp. nov., an arbuscular mycorrhizal fungus from Cuba. *Micorryza*, 118: 337-347, 2011.
- Sánchez C.: "Uso y manejo de los hongos micorrizógenos arbusculares y los abonos verdes en la producción de posturas de cafetos (*C. arabica* L.) en algunos suelos del macizo Guamuhaya" [inédito], tesis de candidatura. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José, Mayabeque, 2001.
- Santos Ataíde, D. H. Dos; Martini, F.; Ribeiro, A.; Montandon, G. e F. de Carvalho: Acúmulo e eficiência de uso de nutrientes na parte aérea de *Eucalyptus urograndis* em plantios puros e mistos com *Acacia mangium* Willd. Em: *XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, Florianópolis SC, 4 pp., 2013.
- Stewart, W. M.: Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. *Informaciones Agronómicas*, No 67, 2007. [En línea], Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-hp.nsf/0/EC5D7D4A78BB6D6D852579A3006CB-4D4/\\$FILE/Consideraciones%20en%20el%20Uso%20Eficiente%20de%20Nutrientes.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-hp.nsf/0/EC5D7D4A78BB6D6D852579A3006CB-4D4/$FILE/Consideraciones%20en%20el%20Uso%20Eficiente%20de%20Nutrientes.pdf) [Consultado: oct. 31, 2017].
- Tomaz, M.; Hermínia Emília Prieto; Damião, C. ; Soares, R.; Alves, A. e Ney Sussumu: Eficiência relacionada à absorção e utilização de nitrogênio, fósforo e enxofre, em plantas de cafeeiros enxertadas, cultivadas em vasos. *Ciênc. agrotec., Lavras*, 33 (4): 993-1001, 2009.