

## Suelos y agroquímica

# Influencia de la coinoculación de micorriza y cepas de *Rhizobium* en el desarrollo de *Canavalia ensiformis*<sup>1</sup>

Yusdel Ferrás-Negrín\*, Carlos Alberto Bustamante-González\*\*, Ionel Hernández-Forte\*\*\*, Inolberto Delgado-Pérez\* y Rolando Viñals-Núñez\*\*\*\*

### Resumen

Los biofertilizantes microbianos y abonos verdes en los sistemas productivos son alternativas viables e importantes para lograr un desarrollo agrícola sostenible. Esta investigación se hizo en la Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa con el objetivo de evaluar la influencia de la coinoculación de micorriza y cepas de *Rhizobium* en el desarrollo de *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. en suelos Fersialíticos Pardos Rojizos de esta localidad. Se estudiaron en un diseño bifactorial, los tratamientos resultantes de la combinación de 4 cepas de *Rhizobium* y 2 niveles de micorrizas. Se contabilizó la cantidad de nódulos, su efectividad y las hojas trifoliadas; se midió el diámetro del tallo; se tomó el peso seco de raíces, tallos, hojas y se determinó el peso seco total. A los datos se les realizó la prueba de normalidad y homogeneidad de varianza. Se utilizó la prueba de Duncan con el 95 % de confianza para comparar las medias. La inoculación de *Glomus cubense* y las cepas de *Rhizobium* no influyeron en el total de nódulos y nódulos efectivos en la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. establecida en un ecosistema cafetalero sobre suelos Fersialíticos Pardos Rojizos. La *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. no tuvo respuesta a la inoculación de *Glomus cubense* en este suelo. Todas las cepas de *Rhizobium* favorecieron el desarrollo de la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C.; Can4 fue la que propició los valores más altos de hojas trifoliadas, diámetro del tallo, masa seca de la raíz, del tallo, de las hojas y masa seca total.

Palabras clave: abono verde, biofertilizante, *Glomus cubense*, semillas.

### Abstract

Microbial biofertilizers and green manures in production systems are viable and important alternatives for achieving sustainable agricultural development. This research was carried out at the Estación Experimental Agro-Forestal of Jibacoa with the objective of evaluating the influence of mycorrhiza and *Rhizobium* strains in *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. development on Reddish Brown Fersialitic soils of this locality. The treatments resulting from the combination of 4 strains of *Rhizobium* and 2 levels of mycorrhiza were studied in a bifactorial design. The number of nodules, their effectiveness and trifoliolate leaves, were counted; the diameter of the stem, the dry weight of roots, stems, leaves, was measured; and total dry weight was determined. The data were tested for normality and homogeneity of variance. We used the Duncan test with 95 % confidence to compare the means. Inoculation of *Glomus cubense* and *Rhizobium* strains did not influence the total number nodules and effective nodules in *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. cultivation in a coffee ecosystem on a Reddish Brown Fersialitic soils. The *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. did not respond to the inoculation of *Glomus cubense* in this soil. All strains of *Rhizobium* favored the development of *Canavalia ensiformis* (L.) D.C.; Can4, was the one that favored the highest values of trifoliolate leaves, diameter of the stem, dry mass of the root, of the stem, of the leaves and total dry mass.

Key words: green fertilizer, biofertilizer, *Glomus cubense*, seeds.

<sup>1</sup> Recibido: 14/9/2017

Aprobado: 15/12/2017

\* 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), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. ionel@inca.edu.cu

\*\*\*\* Estación Experimental Agro-Forestal Velasco, Holguín, Cuba. tierra.velasco@hlg.eicma.cu

## Introducción

El uso de los biofertilizantes microbianos en los sistemas productivos es una alternativa viable y de gran importancia para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sustentable, ya que permite una producción de bajo costo, no contamina al ambiente y mantiene la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad (Martínez y Dibut, 2012).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) constituyen una de esas alternativas para la nutrición de las plantas, los cuales repercuten en el incremento de los rendimientos de los cultivos. Según Kumar *et al.* (2017), al citar a varios autores plantearon que la simbiosis micorrízica se puede encontrar en casi todos los tipos de situaciones ecológicas, y que la mayoría de las especies vegetales son capaces de formar esta simbiosis, con las ventajas de aumentar la absorción de nutrientes, la tasa de crecimiento, las actividades hormonales y por ende se favorece el desarrollo de las plantas.

La utilización de la interacción *Rhizobium*-leguminosa es otra opción. Según Giller (2001), citado por Granda y col. (2010), su mayor beneficio está estrechamente ligado a la disminución de la aplicación de fertilizantes nitrogenados y a la salud de las plantas, lo cual trae como resultado el incremento de los rendimientos agrícolas.

Franzini *et al.* (2010), al realizar varias citas, expresaron que la compatibilidad de las combinaciones de *Rhizobium* con diferentes hongos o especies de micorrizas arbusculares puede ser relevante para la fijación de nitrógeno, la absorción de nutrientes y agua por las plantas leguminosas. Informaron también que en un estudio con plantas de garbanzos se encontró que la eficiencia simbiótica dependía de la combinación particular de la cepa de *Rhizobium* y *Glomus especie*, indicando compatibilidades selectivas y específicas entre la cepa bacteriana y el aislado fúngico; de ahí que las respuestas del crecimiento de leguminosas a los simbioses son influenciadas por cepas de microorganismos y la compatibilidad de las interacciones entre ellos y la planta huésped.

La *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. es una de las plantas más utilizadas como abono verde, se destaca por establecer simbiosis con *Rhizobium* y fijar cantidades de nitrógeno atmosférico que oscilan entre 100-200 kg x ha<sup>-1</sup>, lo que la ubica como una especie importante para el aporte de este nutriente al suelo (Martín y col., 2012).

En la revisión de la literatura no se encontró información sobre el estudio de la inoculación conjunta de cepas de *Rhizobium* con micorriza en suelos Fersialíticos Pardos Rojizos en la localidad de Jibacoa. Por tales motivos, esta investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar la influencia de la coinoculación de micorriza y cepas de *Rhizobium* en el desarrollo *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. en suelos Fersialíticos Pardos Rojizos de esta localidad.

## Materiales y métodos

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

En un diseño bifactorial se estudiaron los tratamientos resultantes de la combinación de cuatro cepas de *Rhizobium* (Can2, Can3, Can4, y Can5) y dos niveles de *Glomus cubense* (Gc) (Tabla 1). Los mismos se distribuyeron en cinco bloques aleatorizados.

**Tabla 1. Descripción del tratamiento**

Tratamiento	Descripción del tratamiento
1	Testigo. Semillas sin peletizar (-R -Gc)
2	Semillas peletizadas con <i>Glomus cubense</i> (-R +Gc)
3	Semillas peletizadas con Can2 y <i>Glomus cubense</i> (Can2 +Gc)
4	Semillas peletizadas con Can3 y <i>Glomus cubense</i> (Can3 +Gc)
5	Semillas peletizadas con Can4 y <i>Glomus cubense</i> (Can4 +Gc)
6	Semillas peletizadas con Can5 y <i>Glomus cubense</i> (Can5 +Gc)
7	Semillas peletizadas con Can2 (Can2 -Gc)
8	Semillas peletizadas con Can3 (Can3 -Gc)
9	Semillas peletizadas con Can4 (Can4 -Gc)
10	Semillas peletizadas con Can5 (Can5 -Gc)

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 x 10<sup>9</sup> UFM mL<sup>-1</sup>, mientras que la de micorriza utilizada (*Glomus cubense*) poseía 34 esporas g<sup>-1</sup> de suelo.

La inoculación con *Rhizobium* se realizó en las primeras horas de la mañana en la sombra. Se aplicó el inóculo directamente encima de las semillas y se esperó

hasta que se secan para sembrarlas. En los tratamientos donde se inocularon los dos biofertilizantes se aplicó primero el *Rhizobium* y después se espolvoreó la micorriza removiéndola y homogeneizando las semillas.

#### Dosis de los biofertilizantes:

- *Micorriza*: la cantidad del inóculo correspondió al 10 % del peso de la semilla de la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C.
- *Cepas Rhizobium*: se aplicaron 4 mL por kilogramo de semillas de *Canavalia ensiformis* (L.) D.C.

La *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. se sembró a 0,20 m x 0,25 m entre las hileras del café (*Coffea arabica* L.) de la variedad Isla 5-4 con un año de edad, plantada a 2 m x 1,5 m bajo sombra de guamo (*Inga vera* Wild.) fundamentalmente. Las hileras del cultivo de abono verde quedaron separadas a 0,80 m de los surcos del café.

La *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. se estableció en suelo Fersialítico Pardo Rojizo (Hernández y col., 2015a). Las características del mismo se presentan en la tabla 2, y su principal limitación es su acidez, bajos contenidos de potasio y materia orgánica.

Tabla 2. Características del suelo (media de tres muestras)

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

Las evaluaciones se realizaron cuando floreció el 75-80 % de la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. De cada bloque se tomaron tres plantas al azar por tratamiento para un total de 15, y se les evaluaron:

- Cantidad de nódulos (U).
- Nódulos efectivos (%).
- Número de hojas trifoliadas (U).
- Diámetro del tallo (cm)
- Masa seca de la raíz, tallo y hojas (g).
- Masa seca total (sumatoria de la masa seca de la raíz, del tallo y las hojas).

A los datos se les realizó la prueba de normalidad y homogeneidad de varianza. La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de rangos múlti-

ples de Duncan con un nivel de confianza del 95 %. El procesamiento estadístico de los datos se realizó con el programa InfoStat versión 1.0 (InfoStat, 2012).

#### Resultados y discusión

La inoculación de *Glomus cubense* y las cepas de *Rhizobium* no influyeron en el total de nódulos y nódulos efectivos por planta (Tabla 3). Una de las causas que pudo influir en los resultados es la gran diversidad de microorganismos que pueden estar presentes en los ecosistemas cafetaleros, donde predominan las leguminosas como especies sombreadoras, y a la afinidad de la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. a realizar simbiosis con una amplia gama de ellos. En tal sentido Beyra et al. (2004), citado por Hernández y col. (2012a), informaron que este cultivo evidenció inespecificidad, y se clasifica como promiscua y efectiva con un amplio rango de especies de *Rhizobium*.

Tabla 3. Efecto de la inoculación de cepas de *Rhizobium* y micorriza en la nodulación de la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C.

<i>Glomus cubense</i>	<i>Rhizobium</i>	Total de nódulos (U)	Nódulos efectivos (%)
sin		8,97	89,94
con		7,96	86,77
Es x		0,49ns	1,78 ns
	Sin	8,47 ab	90,98
	Can2	6,93 b	88,13
	Can3	10,60 a	89,85
	Can4	7,70 b	86,88
	Can5	8,63 ab	85,93
	Es x	0,77*	2,81 ns
CV (%)		49,80	17,42

ns: No es significativo ( $p \leq 0,05$ ).

\* Medias con letras diferentes difieren ( $p \leq 0,05$ ).

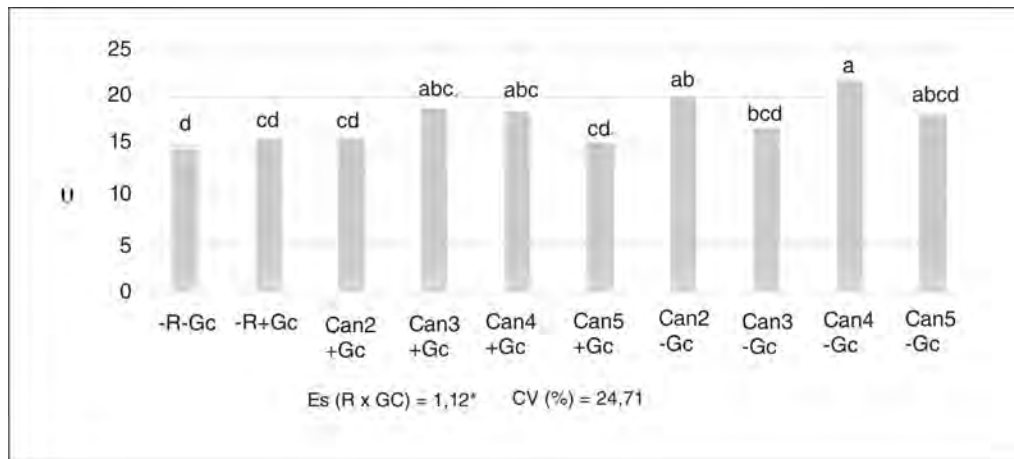
Un factor que pudo influir de forma negativa en la capacidad de la nodulación fue la acidez presente en el suelo (pH = 4,07). Resultados similares obtuvieron Hernández y col. (2012a), quienes plantearon que Can2, Can3, Can4 y Can5 no reflejaron la capacidad de producir nódulos en las plantas de siratro [*Macroptiliumatro purpureum* (Moc. & Sessé ex DC.) Urb.] utilizada como modelo para el estudio de la interacción simbiótica *Rhizobium*-leguminosa. Estos autores explicaron que dentro

de las posibles causas que pudieron haber influido en la pérdida de la capacidad de nodulación de estos aislados bacterianos fue la acidez, unida a otros factores tanto bióticos como abióticos.

Del mismo modo, Rivera y col. (2015) expresaron que la efectividad de las cepas estudiadas de micorrizas se asoció en lo fundamental al suelo. Dentro de las características químicas del mismo (0-20 cm), el pH y el calcio intercambiable fueron quienes presentaron los mayores coeficientes de correlación. En estos estudios obtuvieron que *Glomus cubense* tuvo la mayor efectividad en pH

entre 5,8 y 6,5, muy superiores a los existentes en este estudio.

La cantidad de hojas trifoliadas de la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. fue la única variable que tuvo interacción entre los factores (cepas de *Rhizobium* y niveles de *Glomus cubense*). El análisis estadístico arrojó que la inoculación de micorriza a la semilla en el momento de la siembra no tuvo influencia significativa en el incremento de este indicador con respecto al testigo, pero sí propició un ligero incremento del 7,33 % (Fig. 1).



-R: sin *Rhizobium*, -Gc: sin *Glomus cubense*, +Gc: con *Glomus cubense*.

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

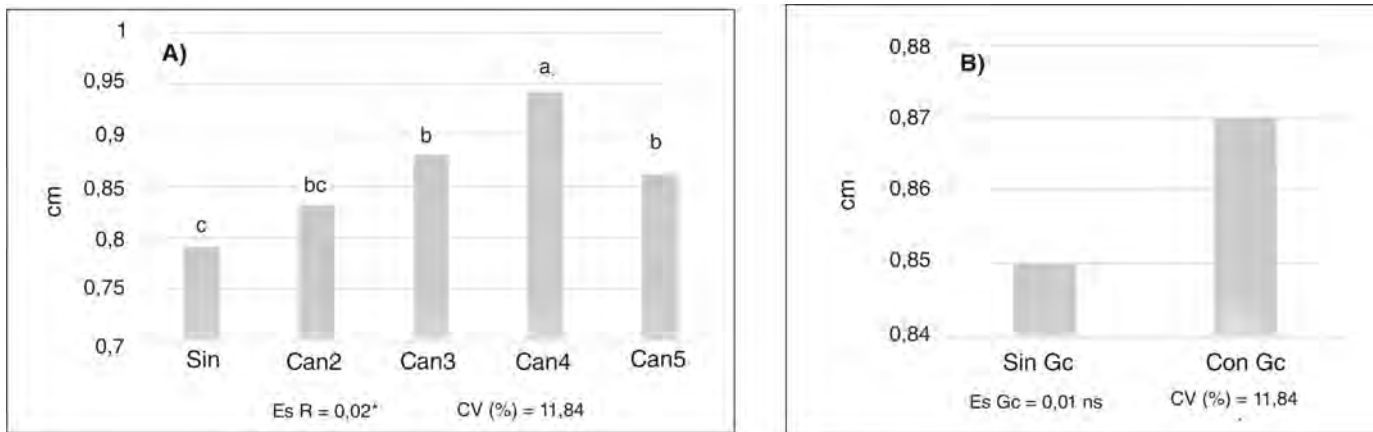
Fig. 1. Influencia de las cepas de *Rhizobium* y *Glomus cubense* en el número de hojas trifoliadas de *Canavalia ensiformis* (L.) D.C.

El valor más alto de hojas trifoliadas se obtuvo cuando se inoculó solamente la cepa de *Rhizobium* Can4 con un incremento de un 47,9 % con respecto al testigo (-R-Gc) que presentó la media más baja (Fig. 1).

La cepa Can3 fue la única que reflejó cierta tendencia a resultados positivos cuando se inoculó junto con *Glomus cubense* en el momento de la siembra. Con esta variante se obtuvo un incremento del 12,4 % con respecto a Can3 -Gc (Fig. 1). Estos resultados no coincidieron con lo informado por Barea et al. (1992); Zahran (1999), citados por Franzini et al. (2010), al referirse que es común que *Rhizobium* y micorrizas arbusculares en simbiosis dual mejoran el crecimiento

y rendimiento de muchas leguminosas; sin embargo, estos autores no obtuvieron resultados similares a estas citas utilizadas.

En el diámetro del tallo de *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. se pudo apreciar que existió una influencia positiva y significativa cuando se inocularon las cepas de *Rhizobium* con excepción de Can2, que tuvo resultados similares al testigo, pero con un ligero aumento con respecto a este (Fig. 2 A). Cuando se peletizaron las semillas con *Glomus cubense* en el momento de la siembra, el cultivo manifestó una respuesta similar entre los tratamientos, pero con cierto incremento en este indicador con la inoculación de este biofertilizante (Fig. 2 B).



ns: No es significativo ( $p \leq 0,05$ );  
\* Barras con letras diferentes difieren ( $p \leq 0,05$ ).

Fig. 2. Influencia de: A) cepas de *Rhizobium* y B) *Glomus cubense* (Gc) en el diámetro del tallo de *Canavalia ensiformis* (L.) D.C.

La cepa Can4 fue la que propició mayor eficiencia, que se diferenció estadísticamente de las demás. Estos resultados pudieran ser explicados a que la cepa Can4 es la que más tolera las condiciones de acidez. En este sentido, Hernández y col. (2012b), en una investigación con estas mismas cepas, demostraron que este aislado fue el más tolerante a pH 4,5 en condición de acidez en el medio de cultivo, y que no afectó su crecimiento durante las 48 horas de incubación.

Se pudo comprobar que el peso seco de la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. no tuvo respuesta a la inocula-

ción de *Glomus cubense* y sí a las cepas de *Rhizobium* (Tabla 4), motivado posiblemente por las características del suelo. Resultados parecidos obtuvieron Martín y col. (2015) en un suelo Gley Nodular Ferruginoso con similares características de fertilidad al de esta investigación. Estos autores explicaron que la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. no tuvo respuesta en cuanto al incremento de la masa seca al inocular *Glomus cubense* en la semillas en el momento de la siembra junto con las cepas de *Rhizobium*, y sí cuando inoculó de forma independiente Can4, Can5 y Can3 en este mismo orden.

Tabla 4. Efecto de la inoculación de cepas de *Rhizobium* y micorriza en la masa seca de la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C.

<i>Glomus cubense</i>	<i>Rhizobium</i>	Masa seca por plantas, gramos.			
		Raíz	Tallo	Hojas	Total
sin		2,07	13,07	16,7	31,84
con		2,12	12,68	16,61	31,41
Es x		0,11 ns	0,37 ns	0,45 ns	0,74 ns
	Sin	1,6 b	11,31 b	13,47 c	26,38 c
	Can 2	1,84 b	12,20 b	16,64 b	30,68 b
	Can 3	2,49 a	12,10 b	17,63 ab	32,22 b
	Can 4	2,52 a	16,03 a	18,85 a	37,40 a
	Can 5	2,03 ab	12,72 b	16,68 b	31,43 b
Es x		0,18*	0,58*	0,72*	1,17*
CV (%)		45,85	24,74	23,62	20,26

ns: No es significativo ( $p \leq 0,05$ ).  
\* Medias con letras diferentes difieren ( $p \leq 0,05$ ).

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).

En Cuba se han realizado varios trabajos que permiten afirmar que el tipo de suelo define cuáles son las especies de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) eficientes para una determinada condición edafoclimática (alta especificidad suelo-cepa de HMA), aunque la efectividad alcanzada por la inoculación depende del manejo dado a la planta y al suelo. Así, se informa que la cepa *Rhizophagus intraradices* (INCAM 11) es la más eficiente en suelos arcillosos de alta fertilidad, *Funneliformis mosseae* (INCAM 2) favorece la colonización en suelos ácidos de baja fertilidad y la especie *Glomus cubense* (INCAM 4) es más efectiva en suelos de fertilidad media a alta (Rivera y Fernández, 2003), citado por Martín y col. (2015).

La cepa de *Rhizobium* que mayor eficiencia demostró en la producción de masa seca total fue Can4, que se diferenció del resto de las cepas evaluadas y propició un incremento significativo del 41,77 % con respecto al tratamiento sin inocular (testigo). Can3, Can5 y Can2 no presentaron diferencias entre ellas, pero también influyeron estadísticamente en el aumento de la masa seca con respecto al testigo en un 22,14 %, 19,14 % y 16,30 %, respectivamente (Tabla 4).

Según Martín y col. (2015), existe una relativa eficiencia de las cepas de *Rhizobium* por tipo de suelo debido a que en una investigación que realizaron, 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.

Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) tienen la capacidad de aumentar la disponibilidad de nutrientes, transformarlos a formas asimilables por la planta, producir sustancias promotoras del crecimiento, fitohormonas, o servir como control biológico de fitopatógeno (Bashan *et al.*, 1998; citado por Hernández y col., 2015b).

## Conclusiones

- La inoculación de *Glomus cubense* y las cepas de *Rhizobium* no influyeron en el total de nódulos y nódulos efectivos en la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C.

- La *Canavalia ensiformis* (L.) D.C. no tuvo respuestas significativas con la inoculación de *Glomus cubense*.
- Todas las cepas de *Rhizobium* favorecieron el desarrollo de la *Canavalia ensiformis* (L.) D.C.; Can4 fue la que propició los valores más altos de hojas trifoliadas, diámetro del tallo y masa seca de la raíz, del tallo, de las hojas y la masa seca total.

## Bibliografía

- Franzini, V. I.; Rosario Azcón; Latanze, Fernand y R. Aroca: Interactions between *Glomus* species and *Rhizobium* strains affect the nutritional physiology of drought-stressed legume hosts. *Journal of Plant Physiology*, 167(8):614-619, 2010. Disponible en: [https://ac.els-cdn.com/S0176161709005136/1-s2.0-S0176161709005136-main.pdf?\\_tid=2ee21990-ea62-11e7-b405-00000aab0f02&acdnat=1514309487\\_6a1969e3892a7565d8972df48eb98079](https://ac.els-cdn.com/S0176161709005136/1-s2.0-S0176161709005136-main.pdf?_tid=2ee21990-ea62-11e7-b405-00000aab0f02&acdnat=1514309487_6a1969e3892a7565d8972df48eb98079) Consultado el 26/12/2017.
- Granda, K.; Ariany Colás Sánchez; Yenisey Gutiérrez Sánchez; Cupull, R. y R. Torres: Efecto de aislados de *Rhizobium* sobre parámetros morfológicos y la fijación de nitrógeno en genotipos de frijol común. *Centro Agrícola*, 37(2):27-34, 2010.
- Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. y N. Castro: *Clasificación de los suelos de Cuba*, Ed. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 93 pp., 2015a.
- Hernández, I.; Pérez, G.; María C. Nápoles; Rosales, P.; Baños, R. y J. F. Ramírez: Selección de aislados de rizobios provenientes de nódulos de la leguminosa forrajera *Canavalia ensiformis*. *Cultivos Tropicales*, 33(3): 27-33, 2012a.
- Hernández, I.; María C. Nápoles y Belkis Morales: Caracterización de aislados de rizobios provenientes de nódulos de soya (*Glycinemax* (L.) Merrill) con potencialidades en la promoción del crecimiento vegetal. *Cultivos Tropicales*, 36(1):65-72, 2015b.
- 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, 2012b.
- InfoStat. Versión 1.0 Universidad. Nacional de Córdoba. Argentina. 2012.
- Kumar, N.; Kumar, A.; Shukla, A.; Kumar, S.; Uthappa, A. R. y O. P. Chaturvedi: Effect of Arbuscular Mycor-

rhiza Fungi (AMF) on Early Seedling Growth of Some Multipurpose Tree Species. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 6(7):3885-3892, 2017. Disponible en: <https://www.ijcmas.com/6-7-2017/Naresh%20Kumar,%20et%20al.pdf> Consultado el 26/12/2017.

Martín, Gloria M.; Rivera, R.; Pérez, A. y 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.

Martín, G.; Reyes, R. 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.

Martínez, R. y B. Dibut: *Biofertilizantes Bacterianos*. Editorial Científico-técnica. La Habana. 2012.

Rivera, R.; González, P. J.; Hernández, A.; Gloria Martín; Ruíz, L. y K. Fernández: 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.

---

## CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA

---

La Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente tiene la responsabilidad de la capacitación de los talentos humanos de todos los niveles de la cadena productiva del café y cacao mediante cursos de posgrado, talleres participativos, seminarios y conferencias, acciones dirigidas a mejorar las competencias, las calificaciones y las recalificaciones.

De igual manera, garantiza el acercamiento tecnológico, así como la transferencia y generalización de tecnologías a los productores.