



Evaluación del efecto de rizobios y de un HMA en soya (*Glycine max* (L.) Merrill)

Rhizobia evaluation and the use of AMF in soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill)

 Jorge Corbera-Gorotiza*,  María C. Nápoles-García

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

RESUMEN: El experimento fue desarrollado en condiciones de campo, sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado, en el área experimental central del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba, con la finalidad de evaluar cepas de rizobios y una de hongo micorrízico arbuscular, sobre el crecimiento y desarrollo del cultivar de soya INCASoy-27, sembrada en época de verano. Para ello se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento, los cuales consistieron en la inoculación de los microorganismos, en sus formas simples y la combinación de cada cepa de rizobio con la micorriza arbuscular empleada, así como dos tratamientos controles, absoluto y con fertilización mineral. Los resultados mostraron un efecto positivo del empleo de las diferentes cepas de rizobios en el crecimiento y el rendimiento del cultivar de soya evaluado, con resultados similares entre ellas e incrementos del rendimiento con relación al control absoluto entre 11,01 y 14,68 %, los que se hicieron superiores cuando se coinocularon ambos biofertilizantes (entre 31,19 y 38,53 %, en relación con el control absoluto y entre 13,49 y 19,84 %, en relación con el control fertilizado), con diferencias poco significativas entre ellos, independientemente de la cepa de rizobio evaluada. Estos resultados demuestran los efectos sinérgicos y beneficiosos de la coinoculación rizobio-hongo micorrízico arbuscular en este cultivo.

Palabras clave: inoculación, leguminosa, rendimiento.

ABSTRACT: The experiment was developed under field conditions on a Lixivated Red Ferralitic soil in the central experimental area of the National Institute of Agricultural Sciences, in order to evaluate strains of rhizobia and a strain of arbuscular mycorrhizal fungi, on the growth and development of the soybean cultivar INCASoy-27, sown in summer. For this, a randomized block design was used with four repetitions per treatment, which consisted of the inoculation of microorganisms, in their simple forms and the combination of each rhizobium strain with the arbuscular mycorrhiza used, as well as two control treatments, absolute and with mineral fertilization. Results showed a positive effect of the use of the different strains of rhizobia on the growth and yield of the soybean cultivar evaluated, with similar results between them and increases in yield in relation to the absolute control between 11.01 and 14.68 %, those that were made higher when both biofertilizers were co-inoculated (between 31.19 and 38.53 % in relation to the absolute control and between 13.49 and 19.84 % in relation to the fertilized control), with little significant differences between them, regardless of the rhizobium strain evaluated. These results demonstrate the synergistic and beneficial effects of rhizobia- arbuscular mycorrhizal co-inoculation in this culture.

Key words: inoculation, legume, yield.

*Autor para correspondencia: jcorbera@inca.edu.cu

Recibido: 31/07/2021

Aceptado: 10/11/2021

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Contribución de los autores: **Conceptualización:** Jorge Corbera-Gorotiza, María Caridad Nápoles-García. **Investigación:** Jorge Corbera-Gorotiza. **Metodología:** Jorge Corbera-Gorotiza, María Caridad Nápoles-García. **Supervisión:** Jorge Corbera-Gorotiza, María Caridad Nápoles-García. **Escritura del borrador inicial. Escritura y edición final y Curación de datos:** Jorge Corbera-Gorotiza

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max* (L.) Merrill) es la oleaginosa de mayor importancia a nivel mundial porque de sus granos, que constituyen la principal fuente de proteína vegetal, se obtienen diversos productos esenciales en la alimentación humana y animal (1,2), posee un alto valor nutritivo, con valores de 38-42 % de proteínas y de 18-20 % de aceite. Su consumo se incrementa cada día, debido a la necesidad de utilizar el grano como materia prima en la elaboración de alimentos concentrados para animales y para el consumo humano (1). Este cultivo se encuentra entre los diez de mayor importancia en el mundo, se siembra en más de 90,2 millones de hectáreas, cuya producción mundial supera los 345,96 millones de toneladas, lo cual representa un aumento de 10,52 % en la producción mundial de los últimos años (3). El cultivo de soya finalizó con 348 millones de toneladas en la campaña 2016-2017, constituyendo un récord histórico a nivel mundial (4).

Entre las alternativas agroecológicas que hoy se proponen en Cuba y el mundo, se encuentra la aplicación de bioestimulantes, los cuales incluyen diversas formulaciones de compuestos, sustancias, microorganismos y otros productos, que al ser aplicados a las plantas o los suelos, regulan y mejoran los procesos fisiológicos del cultivo (absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico), haciéndolos más eficientes y mejorando algunas características agronómicas (5). Dentro de estos, se encuentran los microorganismos benéficos que juegan un rol fundamental en los agroecosistemas naturalmente sustentables. Algunos de ellos, pueden ser utilizados como inoculantes para beneficiar a las plantas, ya que desarrollan actividades que involucran una promoción de su crecimiento y su protección. Las asociaciones de *Rhizobium*-micorrizas arbusculares (MA), actúan sinérgicamente en los niveles de infección, nutrición mineral y crecimiento de las plantas (6).

Diversos trabajos han demostrado la influencia positiva de las bacterias del grupo de los rizobios y de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) sobre el rendimiento de la soya. La inoculación combinada de rizobios-HMA permite incrementar la Fijación Biológica del Nitrógeno (FBN) y el desarrollo de las plantas, en mayor medida que la inoculación de cada uno de estos microorganismos por separado. Los efectos beneficiosos de su combinación pueden abastecer la enorme demanda de fósforo requerida por la nitrógenasa en el proceso de FBN, aliviar las carencias asociadas a ciertas condiciones de estrés ambiental y reducir la incidencia de patógenos. Es conocido que el principal efecto de las MA de realzar la actividad de

Rhizobium es a través de una estimulación generalizada de la nutrición del hospedante, aunque pueden ocurrir algunos efectos más localizados a nivel de raíz o de nódulo (6,7).

Tanto a nivel mundial como en Cuba, los resultados de las investigaciones con el empleo de inoculaciones combinadas de rizobios y hongos micorrízicos en el cultivo de la soya, han proporcionado incrementos en el crecimiento y el rendimiento de las plantas, así como el uso eficiente de los nutrientes del suelo y de los fertilizantes, destacándose la utilidad de esta práctica conjunta en la producción de tan importante renglón alimentario.

Teniendo en cuenta tales antecedentes se realizó este estudio, con el objetivo de evaluar diferentes cepas de rizobios y una de HMA, así como el uso combinado de ambos biofertilizantes, en el crecimiento y rendimiento del cultivar de soya INCAsoy 27, en época de verano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el verano de 2019, en condiciones de campo, en el área central del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, ubicado en el municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque, Cuba, sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (8) (Tabla 1).

Se utilizó el cultivar de soya INCAsoy-27, sembrado en julio de 2019, en un área experimental de alrededor de 0,10 ha, con 52 parcelas de 12,6 m² (4 surcos x 4,5 m de largo) y 6,3 m² de área de cálculo (dos surcos centrales), empleándose 20 plantas por metro lineal y una distancia entre surcos de 0,70 m.

Se evaluaron los siguientes bioproductos:

- Rizobio: Cepa 1 (ICA 8001), Cepa 2 (6134), Cepa 3 (BJE-109), Cepa 4 (S-5079) y Cepa 5 (S-5080), procedentes de diferentes países y caracterizadas en el Laboratorio de Microbiología del Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal del INCA, inóculos certificados en soporte líquido con una concentración celular de 5×10^8 UFC mL⁻¹.
- Micorriza arbuscular (MA): especie *Glomus cubense*, cepa INCAM-4, procedente de la planta de producción de inóculo micorrízico comercial, en soporte sólido, del Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas del INCA, con una composición mínima garantizada de 20 esporas por gramo de inoculante y 50 % de colonización radical.

Los biofertilizantes fueron aplicados a través de la Tecnología de Recubrimiento de Semillas (9), a razón de 4 mL kg⁻¹ de semilla (200 mL ha⁻¹) para rizobio y de 10 % de la masa de la semilla para la micorriza (5 kg ha⁻¹).

Tabla 1. Algunos componentes de la fertilidad química inicial del suelo (0-20 cm)

Tipo de Suelo	pH (H ₂ O)	P ₂ O ₅ (mg 100g ⁻¹)	MO (%)	Na	K	Ca	Mg (cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)	No. esporas (50 g suelo ⁻¹)
F. R. Lixiviado	7,45	123,03	3,42	0,16	0,66	14,75	2,38	90,5

pH (H₂O): método potenciométrico. Relación suelo - disolución 1:2,5. MO (%): Walkley-Black. P asimilable (mg 100g⁻¹): Oniani (extracción con H₂SO₄, 0.1N). K asimilable (cmol⁽⁺⁾ kg⁻¹): Oniani (extracción con H₂SO₄, 0.1N). Cationes intercambiables (cmol⁽⁺⁾ kg⁻¹): Maslova (Acetato de Amonio 1N, pH 7), determinación por complexometría (Ca y Mg) y por fotometría de llama (Na y K)

Se empleó un diseño de Bloques al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento, evaluándose los resultados a través de un análisis de varianza (paquete estadístico IBM-SPSS Statistics 19 para Windows), donde se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para discriminar la diferencia entre las medias.

Se realizaron las siguientes evaluaciones a 10 plantas por tratamiento:

- Etapa de floración (a los 37 días después de sembrada):

Altura (cm), masa seca aérea y raíz (g), % de N, P y K en trifoliolos, nodulación (número, masa seca (g) y efectividad (%) de los nódulos totales (según la coloración en el interior de los nódulos a través del corte transversal). Variables fúngicas empleando la Técnica de Tinción de raíces (10), se evaluó: frecuencia micorrízica (%) e intensidad de la colonización (%), según metodología descrita (11,12).

- Etapa de cosecha (a los 100 días después de sembrada):

Altura de las plantas (cm), número de vainas por planta, masa de 1000 granos (g) y el rendimiento de granos (t ha⁻¹), en base al área de cálculo de la parcela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura de las plantas en las etapas de floración y cosecha (Tabla 2), manifestó respuestas significativas y poco marcadas entre los tratamientos biofertilizados, aunque con diferencias de los mismos en relación con el control absoluto. Todas las cepas de rizobios evaluadas fueron efectivas, destacándose en la etapa de floración los tratamientos donde se empleó la coinoculación. Para la etapa de cosecha, los tratamientos con aplicación de inoculantes, no mostraron diferencias significativas con el tratamiento control de fertilización mineral NPK. Resultados similares han sido informados por otros autores (13,14).

En la Tabla 3 se muestra el efecto de los tratamientos en la masa seca de la raíz y parte aérea de las plantas, con resultados similares a la altura de las plantas, donde los tratamientos inoculados fueron superiores al control absoluto; siendo superior la respuesta en la masa seca aérea, cuando se aplicaron los biofertilizantes de manera conjunta, sin diferencias significativas con el control fertilizado NPK.

El efecto de los tratamientos en la nodulación se refleja en la Tabla 4, donde se observaron, para las variables número de nódulos, masa seca nodular y efectividad nodular, respuestas significativas de los tratamientos con aplicación de rizobios para dichas variables, superiores a los controles absoluto y fertilizado. Resultados similares mostró el tratamiento con aplicación de la micorriza arbuscular. Se destacan, con resultados superiores, aquellos tratamientos donde se aplicó la coinoculación rizobio-HMA. Los tratamientos inoculados presentaron altos valores en su efectividad para fijar nitrógeno, excepto al que solo se le aplicó micorriza arbuscular. Resultados similares han sido informados por otros autores, en cuanto a mejores respuestas con la aplicación conjunta de ambos biofertilizantes (14,15).

Los controles (absoluto y fertilizado) y el tratamiento donde se inoculó solo con micorrizas, mostraron los valores más bajos en las variables de la nodulación evaluadas, lo que demuestra una baja presencia de rizobios nativos, además, fueron poco efectivos. La mayor efectividad de los nódulos estuvo relacionada con los tratamientos donde se aplicó la inoculación a base de rizobios, ya sea con las cepas independientes o combinadas con el HMA.

En la Tabla 5 se aprecian los resultados para las variables micorrízicas, donde los tratamientos con inoculación mostraron efecto significativo en los diferentes indicadores del funcionamiento fúngico evaluado, con índices superiores a los controles absoluto y con la fertilización mineral. El mayor efecto de los tratamientos se

Tabla 2. Efecto de los tratamientos en la altura de las plantas (cm), en la etapa de floración y cosecha

No.	Tratamientos	Floración	Cosecha
1	Control absoluto	36,78 c	93,45 b
2	Control fertilizado	52,90 a	108,50 a
3	Cepa 1	47,23 b	101,03 ab
4	Cepa 2	47,10 b	101,73 ab
5	Cepa 3	47,30 b	101,05 ab
6	Cepa 4	48,68 b	102,58 ab
7	Cepa 5	48,65 b	102,33 ab
8	HMA	47,73 b	101,98 ab
9	Cepa 1 + HMA	53,18 a	107,43 ab
10	Cepa 2 + HMA	54,43 a	106,05 ab
11	Cepa 3 + HMA	52,23 a	107,58 a
12	Cepa 4 + HMA	52,30 a	112,28 a
13	Cepa 5 + HMA	52,00 a	107,03 ab
	X	49,27	104,08
	ES x	1,25 *	5,92 *

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente (Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, p<0,05)

Tabla 3. Efecto de los tratamientos en la masa seca (g planta⁻¹)

No.	Tratamientos	Masa seca raíz	Masa seca aérea
1	Control absoluto	0,34 b	2,12 d
2	Control fertilizado	0,44 a	3,16 a
3	Cepa 1	0,41 a	2,42 cd
4	Cepa 2	0,41 a	2,47 c
5	Cepa 3	0,42 a	2,57 bc
6	Cepa 4	0,40 a	2,58 bc
7	Cepa 5	0,41 a	2,48 c
8	HMA	0,41 a	2,45 c
9	Cepa 1 + HMA	0,43 a	2,88 ab
10	Cepa 2 + HMA	0,45 a	2,87 ab
11	Cepa 3 + HMA	0,45 a	2,89 ab
12	Cepa 4 + HMA	0,45 a	2,94 a
13	Cepa 5 + HMA	0,45 a	2,91 ab
	X	0,42	2,67
	ES x	0,02 *	0,15 *

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente (Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, $p < 0,05$)

Tabla 4. Efecto de los tratamientos en la nodulación

No.	Tratamientos	No. Nodos por planta	Masa seca nodular (g)	Efectividad nodular (%)
1	Control absoluto	2,00 d	0,023 f	60,00 e
2	Control fertilizado	1,25 e	0,010 g	50,00 f
3	Cepa 1	13,55 b	0,103 d	93,33 c
4	Cepa 2	13,70 b	0,103 d	94,17 bc
5	Cepa 3	13,90 b	0,108 cd	96,22 ab
6	Cepa 4	13,98 b	0,110 bcd	96,04 ab
7	Cepa 5	13,53 b	0,103 d	95,48 abc
8	HMA	3,78 c	0,040 e	62,36 d
9	Cepa 1 + HMA	15,15 ab	0,118 abc	96,97 a
10	Cepa 2 + HMA	15,25 ab	0,120 ab	96,67 a
11	Cepa 3 + HMA	15,48 ab	0,125 a	97,22 a
12	Cepa 4 + HMA	15,55 a	0,128 a	97,22 a
13	Cepa 5 + HMA	15,50 ab	0,123 a	97,18 a
	X	11,74	0,093	87,14
	ES x	0,20 *	0,005 *	1,10 *

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente (Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, $p < 0,05$)

observó cuando se empleó la inoculación conjunta de los bioproductos, independientemente de la cepa de rizobio evaluada.

Se apreciaron menores valores en las variables evaluadas para los tratamientos en los que no fue aplicado el producto a base de HMA, fundamentalmente, en los tratamientos controles, lo que presupone baja o poca efectividad de la micorriza nativa en las condiciones donde se desarrolló el estudio. Los valores encontrados coinciden con los informados por otros autores en el empleo combinado de biofertilizantes (15-17).

La **Tabla 6** se muestra los resultados del rendimiento de granos y sus componentes, donde para el número de vainas por planta, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con aplicación de los rizobios, superiores a los controles evaluados. Los tratamientos donde se coinocularon las semillas con ambos biofertilizantes mostraron los mayores valores, superiores a

los controles absoluto y fertilizado, sin diferencias entre ellos. El tratamiento con aplicación simple de la micorriza, solo mostró valores superiores al control absoluto.

Para la masa de 1000 granos se observó diferencias significativas de los tratamientos inoculados en sus formas simples, con respecto al control absoluto. Los tratamientos con aplicación conjunta de los bioproductos no se diferenciaron entre sí, siendo superiores a las aplicaciones simples y al control absoluto; solo las cepas de rizobios 3 y 4, combinadas con HMA, mostraron diferencias con el control de fertilización mineral.

El rendimiento de granos como resultado de sus componentes y, en general, del crecimiento y desarrollo del cultivo, también mostró diferencias significativas entre tratamientos, destacándose de igual manera, aquellos donde se inocularon de manera conjunta las cepas de rizobios y la micorriza arbuscular, con incrementos en el rendimiento del cultivar estudiado entre 31,19 y 38,53 %,

Tabla 5. Efecto de los tratamientos en las variables fúngicas

No.	Tratamientos	Colonización micorrizica (%)	Densidad Visual (%)
1	Control absoluto	9,00 d	0,09 d
2	Control fertilizado	8,75 d	0,09 d
3	Cepa 1	13,25 c	0,13 c
4	Cepa 2	14,50 c	0,15 c
5	Cepa 3	12,25 c	0,12 c
6	Cepa 4	13,25 c	0,13 c
7	Cepa 5	13,25 c	0,13 c
8	HMA	20,50 b	0,21 b
9	Cepa 1 + HMA	33,75 a	0,34 a
10	Cepa 2 + HMA	31,00 a	0,31 a
11	Cepa 3 + HMA	30,50 a	0,31 a
12	Cepa 4 + HMA	32,50 a	0,33 a
13	Cepa 5 + HMA	31,00 a	0,31 a
	X	20,27	0,20
	ES x	1,06 **	0,011 *

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente (Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, $p < 0,05$)

Tabla 6. Efecto de los tratamientos en el rendimiento de granos y sus componentes

No.	Tratamientos	No. vainas por planta	Masa de 1000 granos (g)	Rendimiento (t ha ⁻¹)	% de incremento con relación a los controles:	
					Absoluto	Fertilizado
1	Control absoluto	43,03 d	101,57 d	1,09 e	-	-
2	Control fertilizado	53,78 b	111,49 bc	1,26 c	15,60	-
3	Cepa 1	53,58 b	108,99 c	1,21 c	11,01	-
4	Cepa 2	53,88 b	108,07 c	1,22 c	11,93	-
5	Cepa 3	53,90 b	109,75 c	1,25 c	14,68	-
6	Cepa 4	54,35 b	110,17 c	1,25 c	14,68	-
7	Cepa 5	53,33 b	109,47 c	1,25 c	14,68	-
8	HMA	49,80 c	109,08 c	1,16 d	6,42	-
9	Cepa 1 + HMA	61,10 a	115,34 ab	1,45 ab	33,03	15,08
10	Cepa 2 + HMA	61,03 a	115,04 ab	1,43 b	31,19	13,49
11	Cepa 3 + HMA	62,00 a	115,22 ab	1,47 ab	34,86	16,67
12	Cepa 4 + HMA	62,55 a	117,37 a	1,51 a	38,53	19,84
13	Cepa 5 + HMA	62,10 a	116,15 a	1,49 a	36,70	18,25
	X	55,72	111,36	1,31	-	-
	ES x	1,45 *	2,00 *	0,03 *	-	-

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente (Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, $p < 0,05$)

en relación al control absoluto y, entre 13,49 y 19,84 %, en relación al control con fertilización mineral.

Las cepas de rizobios estudiadas en sus formas simples mostraron resultados positivos, superiores al control absoluto e incrementos del rendimiento entre 11,01 y 14,68 %, de acuerdo a la cepa empleada, lo que evidencia la efectividad de las mismas. Resultados positivos con el empleo de cepas de rizobios en el crecimiento y rendimiento de leguminosas han sido señalados por diversos autores (18-20). El tratamiento con solo la aplicación de la cepa de HMA, aunque en menor cuantía, también fue superior al control absoluto, con un incremento del rendimiento de 6,42 %.

Los resultados, para las condiciones de estudio y el cultivar evaluado, posibilitan un manejo biotecnológico de estos productos para el desarrollo del cultivo de la soya, teniendo en cuenta las respuestas positivas de los

biofertilizantes evaluados, expresadas por los incrementos del rendimiento de granos como variable fundamental. Resultados similares en el cultivo de la soya han sido señalados por diversos autores (6,13-16,21), así como en otros cultivos como la alfalfa (17), que corroboran los beneficios de la simbiosis tripartita rizobios-hongos micorrizicos arbusculares-leguminosas.

CONCLUSIONES

- El crecimiento y rendimiento del cultivo de la soya, cultivar INCASoy-27, se vio influenciado por la aplicación de los productos biofertilizantes, rizobios y HMA, tanto en sus formas simples como en su combinación.
- Los diferentes bioproductos empleados en sus formas simples mostraron resultados que se diferenciaron del

control absoluto, con incrementos del rendimiento entre 11,01 y 14,68 % para los rizobios y 6,42 % para HMA.

- La aplicación conjunta de las diferentes cepas de rizobios y la cepa de HMA *Glomus cubense* produjo resultados superiores, lográndose incrementos de los rendimientos de 31,19 y 38,53 % y de 13,49 y 19,84 %, en relación a los controles absoluto y fertilizado, respectivamente

BIBLIOGRAFÍA

1. Falconi-Moreano IC, Tandazo-Falquez NP, Mora-Gutiérrez MC, López-Bermúdez FL. Evaluación agronómica de materiales de soya (*Glycine max.* (L.)Merril) de hiliun claro. RECIAMUC. 2017;1(4):850-60. doi:10.26820/reciamuc/1.4.2017.850-860
2. Ghani M, Kulkarni KP, Song JT, Shannon JG, Lee J-D. Soybean Sprouts: A Review of Nutrient Composition, Health Benefits and Genetic Variation. Plant Breeding and Biotechnology. 2016;4(4):398-412. doi:10.9787/PBB.2016.4.4.398
3. FAO. Estadísticas mundiales de producción de soya [Internet]. 2018 [cited 08/11/2021]. Available from: <https://blogagricultura.com/estadisticas-soya-produccion/>
4. Department of Agriculture(USDA). World Agricultural Outlook Board [Internet]. 2018 [cited 08/11/2021]. Available from: <https://www.usda.gov/oce/commodity-markets/waob>
5. Sembralia - Cefetra Dijital Services. ¿Que son los bioestimulantes agrícolas y cómo pueden ayudarte? [Internet]. 2023 [cited 08/11/2021]. Available from: <https://sembralia.com/blogs/blog/bioestimulantes-agricolas>
6. Delgado H. Análisis de la combinación de microorganismos bioestimulantes (Micorrizas y Rhizobium) en el cultivo de soya (*Glycine max*). Universidad Técnica De Babahoyo [Internet]. 2019; Available from: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6129>
7. Ibiang YB, Mitsumoto H, Sakamoto K. Bradyrhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi modulate manganese, iron, phosphorus, and polyphenols in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under excess zinc. Environmental and Experimental Botany. 2017;137:1-13. doi:10.1016/j.envexpbot.2017.01.011
8. Hernández-Jiménez A, Pérez-Jiménez JM, Bosch-Infante D, Speck NC. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. Cultivos Tropicales [Internet]. 2019;40(1). Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362019000100015&script=sci_arttext&lng=pt
9. Fernández F, Gómez R, Vanegas LF, Martínez MA, de la Noval BM, Rivera R. Producto inoculante micorrizógeno. Oficina Nacional de Propiedad Industrial. Cuba, Patente. 2000;22641.
10. Rodríguez-Yon Jy, Arias-Pérez L, Medina-Carmona A, Mujica Pérez Y, Medina-García LR, Fernández-Suárez K, et al. Alternativa de la técnica de tinción para determinar la colonización micorrizica. Cultivos Tropicales. 2015;36(2):18-21.
11. Trouvelot A, Kough JL, Gianinazzi-Pearson V. Mesure du taux de mycorrhization VA d'un système racinaire. Recherche de methodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. Physiological And Genetical Aspects of Mycorrhizae. 1986;832.
12. Herrera-Peraza RA, Furrázola E, Ferrer RL, Valle RF, Arias YT. Functional strategies of root hairs and arbuscular mycorrhizae in an evergreen tropical forest, Sierra del Rosario, Cuba. Revista CENIC. Ciencias Biológicas. 2004;35(2):113-23.
13. Hernández AF. La coinoculación *Glomus hoi* like-*Bradyrhizobium japonicum* en la producción de soya (*Glycine max*) variedad Verónica para semilla. Cultivos tropicales. 2008;29(4):41-5.
14. Hernández M, Cuevas F. The effect of inoculating with arbuscular Mycorrhiza and Bradyrhizobium strains on soybean (*Glycine max* (L) Merrill) crop development. Cultivos Tropicales. 2003;24(2):19-21.
15. Corbera Gorotiza J, Nápoles García MC. Efecto de la inoculación conjunta *Bradyrhizobium elkanii*-hongos MA y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar INCASOY-27. Cultivos Tropicales. 2013;34(2):05-11.
16. Sauvu-Jonasse C, Nápoles-García MC, Falcón-Rodríguez AB, Lamz-Piedra A, Ruiz-Sánchez M. Bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento de soya (*Glycine max* (L.) Merrill). Cultivos Tropicales [Internet]. 2020;41(3). Available from: scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000300002
17. Tovar-Franco J. Incremento en invernadero de la calidad y cantidad del follaje de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Florida 77 causado por la combinación de fertilización biológica y química en un suelo de la serie bermeo de la sabana de Bogotá. Universitas Scientiarum. 2006;11(Esp):61-71.
18. Granda-Mora KI, Alvarado-Capó Y, Torres-Gutiérrez R. Efecto en campo de la cepa nativa COL6 de *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* sobre frijol común cv. Percal en Ecuador. Centro Agrícola. 2017;44(2):5-13.
19. Chipana V, Clavijo C, Medina P, Castillo D. Inoculación de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes concentraciones de *Rhizobium etli* y su influencia sobre el rendimiento del cultivo. Ecología aplicada. 2017;16(2):91-8.
20. Cantaro-Segura H, Huaranga-Joaquín A, Zúñiga-Dávil D, Cantaro-Segura H, Huaranga-Joaquín A, Zúñiga-Dávil D. Efectividad simbiótica de dos cepas de *Rhizobium* sp. en cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Perú. Idesia (Arica). 2019;37(4):73-81. doi:10.4067/S0718-34292019000400073
21. Rivera R, Fernández F, Ruiz L, González PJ, Rodríguez Y, Pérez E. Manejo, integración y beneficios del biofertilizante micorrizico EcoMic® en la producción agrícola. INCA. Mayabeque, Cuba; 2020. 155 p.