

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA COINOCULACIÓN DE *Bradyrhizobium japonicum* Y HONGOS MICORRIZÓGENOS ARBUSCULARES EN EL CULTIVO DE LA SOYA SOBRE SUELO FERRALÍTICO ROJO COMPACTADO

J. Corbera y María C. Nápoles

ABSTRACT. In the National Institute of Agricultural Sciences (INCA), under the conditions of two compacted Red Ferralitic soils, two field experiments were developed with soybean Tapachula cv., with the objective of evaluating the effects of single inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and mycorrhizal fungus as well as their combined inoculation on the cultivation. Results showed significant differences among treatments for both locations; a positive effect of different strains was evident either in their simple forms or combined ones, the biggest effects being presented when the double inoculation *Bradyrhizobium japonicum*-arbuscular micorrhiza was used, with yield increments from 4 to 15 % regarding mineral fertilization and from 4 to 11 % in relation to the single inoculant *Bradyrhizobium* obtained by a traditional medium, depending on the edaphoclimatic conditions of the studies. No significant differences were recorded among the different types of *Bradyrhizobium* used, which proves the feasibility of using new culture media to substitute the traditional ones.

Key words: *Glycine max*, soybean, biofertilizers, rhizobium, arbuscular micorrhizae, crop yield

RESUMEN. En las condiciones de dos suelos Ferralíticos Rojos compactados del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), se desarrollaron dos experimentos de campo con el cultivar de soya Tapachula, con el objetivo de evaluar los efectos que sobre el cultivo producen la inoculación simple con *Bradyrhizobium japonicum* y hongos micorrizógenos, así como su inoculación conjunta. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos para ambas localidades, evidenciándose un efecto positivo de las diferentes cepas, tanto en sus formas simples como combinadas, presentándose los mayores efectos cuando se empleó la doble inoculación *Bradyrhizobium japonicum*-micorriza arbuscular, con incrementos del rendimiento entre 4-15 % respecto a la fertilización mineral y de 4-11 % en relación con el inoculante simple *Bradyrhizobium* producido en medio tradicional, en dependencia de las condiciones edafoclimáticas donde se desarrollaron los estudios. No se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tipos de *Bradyrhizobium* utilizados, lo que demuestra la factibilidad del uso de los nuevos medios de cultivo en sustitución del medio tradicional.

Palabras clave: *Glycine max*, soya, biofertilizantes, rhizobium, micorrizas arbusculares, rendimiento de cultivos

INTRODUCCIÓN

El término sostenibilidad puede ser definido desde varios ángulos y desmembrado en diferentes componentes (Dunalp *et al.*, 1992; Resende, Kerr y Bahia, 1996). Sin embargo, cualquier definición adoptada deberá contemplar la satisfacción de las generaciones presentes, sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras y la autosustentación de la tierra.

El uso cada vez mayor de microorganismos edáficos en la agricultura constituye una alternativa promisoriosa frente a los fertilizantes minerales, para satisfacer las nece-

sidades nutrimentales de los cultivos y obtener adecuados niveles de rendimiento y calidad de los productos, posibilitar el ahorro parcial o total de los fertilizantes minerales, así como el incremento de los procesos biológicos en el suelo como índice de sostenibilidad del proceso agrícola.

Todo lo anterior ha despertado un gran interés en la fijación biológica del nitrógeno y el uso de los biofertilizantes (Brown y Burlinghan, 1982), práctica agrícola que cada día cobra más fuerza dentro de una agricultura de altos insumos pero con criterios de sostenibilidad, debido no solo a su bajo costo de producción, sino también a la posibilidad de fabricarse a partir de recursos locales renovables (Altieri, 1997; Fernández *et al.*, 1997).

Las investigaciones sobre leguminosas en el ámbito mundial han incluido, desde hace muchas décadas, el

Ms.C. J. Corbera, Investigador Agregado del departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas y María C. Nápoles, Investigador Agregado del departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

uso de Rizobios y la fijación biológica del nitrógeno. Por otro lado, se han desarrollado numerosas investigaciones sobre el empleo de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA), que forman asociaciones simbióticas de carácter mutualista, las que hacen más eficiente la absorción de nutrientes, fundamentalmente el fósforo, que influye en la nodulación y fijación del nitrógeno, y provocan, finalmente, un importante incremento de los rendimientos de los cultivos (Barea, Azcón y Azón-Aguilar, 1992; Marschner y Dell, 1994).

Por estas razones, en los últimos años se ha venido trabajando en el empleo de inoculaciones conjuntas de Rizobios con hongos micorrizógenos en los cultivos de leguminosas, lográndose incrementos del crecimiento y rendimiento de los cultivos, destacándose la importancia de esta práctica conjunta (Halos, Mendoza y Borja, 1982, Kawai y Yamamoto, 1986; Azis y Habte, 1990; Valdés, Reza-Alemán y Furlán *et al.*, 1993; Hernández y Hernández, 1996; Corbera y Hernández, 1997; Corbera, 1998).

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se realizaron los estudios, con el objetivo de evaluar los efectos de los inoculantes *Bradyrhizobium japonicum* y HMA y su inoculación conjunta sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la soya.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrollaron dos experimentos de campo en las condiciones de dos localidades del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA):

- ⇒ Localidad Bainoa (Finca Experimental de Agricultura Sostenible): ubicada en el municipio Jaruco, provincia La Habana, sobre suelo Ferralítico Rojo compactado, desaturado, sobre caliza, profundo.
- ⇒ Localidad Las Papas (Área Agrícola Central): ubicada en el municipio San José de las Lajas, provincia La Habana, sobre suelo Ferralítico Rojo compactado, saturado, sobre caliza, profundo.

Algunas características de la fertilidad química de estos suelos se reflejan en la Tabla I.

Tabla I. Algunos componentes de la fertilidad química de los suelos (0-20 cm)

Localidad	pH (H ₂ O)	P (ppm)	MO (%)	(cmol.kg ⁻¹)		
				K	Ca	Mg
Bainoa	6.6	29.2	3.2	0.23	7.58	1.36
Las Papas	7.2	417.0	3.2	0.45	11.7	1.60

pH- Potenciométricamente

MO- Walkley & Black

P- Oniani

Cationes cambiables-acetato de amonio 1N, pH 7. Fotometría de llama

Se utilizó la variedad de soya Tapachula sembrada en época de verano, empleando un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas por tratamiento, donde se evaluaron comparativamente los inoculantes *Bradyrhizobium japonicum* (a partir de tres medios de cultivo diferentes) y *Glomus manihotis* (HMA), en aplicaciones simples y

coinoculados, así como tres niveles de fertilización mineral (Tabla II).

Tabla II. Tratamientos evaluados por localidades

No.	Bainoa (*)	Las Papas (**)
T1	0+0kg.ha ⁻¹ de N y P	0 kg.ha ⁻¹ de N
T2	125+50 kg.ha ⁻¹ de N y P	75 kg.ha ⁻¹ de N
T3	250+100 kg.ha ⁻¹ de N y P	150 kg.ha ⁻¹ de N
T4	<i>B. japonicum</i> (BjT)	<i>B. japonicum</i> (BjT)
T5	<i>B. japonicum</i> (Bj1)	<i>B. japonicum</i> (Bj1)
T6	<i>B. japonicum</i> (Bj2)	<i>B. japonicum</i> (Bj2)
T7	250 kg.ha ⁻¹ de N+ <i>G.manihotis</i> (MA)	150 kg.ha ⁻¹ de N+ <i>G.manihotis</i> (MA)
T8	(BjT)+MA	(BjT)+MA
T9	(Bj1)+MA	(Bj1)+MA
T10	(Bj2)+MA	(Bj2)+MA

(*) No se aplicó K en función de la fertilidad del suelo

(**) No se aplicó P y K en función de la fertilidad del suelo

(BjT): *Bradyrhizobium japonicum*, cepa ICA 8001 medio tradicional

(Bj1) y (Bj2): *Bradyrhizobium japonicum*, cepa ICA 8001, nuevos

medios con potenciación de los factores de nodulación

(MA): Micorriza arbuscular: cepa *Glomus manihotis*

Se utilizaron como portadores de nitrógeno y fósforo, la urea y el superfosfato sencillo, efectuando la fertilización de forma manual en el fondo del surco y en el momento de la siembra.

Para la siembra se emplearon de 25 a 30 semillas por metro lineal en forma de chorrillo, con distancia entre surcos de 0.70 m, utilizando parcelas de 14 m² (2.80 m x 5 m) con cuatro surcos, tomándose los dos surcos centrales (7.0 m²) como área de cálculo.

Para la inoculación o coinoculación de las semillas con los biofertilizantes se empleó la tecnología de recubrimiento de semillas (Fernández y Rodríguez, 1996; Gómez *et al.*, 1996).

Se realizaron las atenciones culturales establecidas para el cultivo según Pijeira *et al.* (1990) y Díaz *et al.* (1992).

Se evaluaron los siguientes índices:

En floración: altura de las plantas y contenido de nutrientes (NPK) en trifoliolos.

En cosecha: altura de las plantas, número de vainas por planta, peso de 100 granos y rendimiento en t.ha⁻¹.

A los resultados se le aplicó análisis de varianza, de acuerdo al diseño empleado, utilizando la prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) para discriminar la diferencia entre medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De forma general, se pudo apreciar la respuesta del cultivo a la fertilización mineral, de acuerdo con la dosis empleada en cada localidad, corroborándose lo señalado por Pijeira *et al.* (1990) y Díaz *et al.* (1992), de que la cantidad de fertilizante que se debe aplicar al cultivo en el momento de la siembra depende de la fertilidad del suelo, así como que la dosis a aplicar debe ser de 150 kg.ha⁻¹ de nitrógeno y de 100 y 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ y K₂O respectivamente, cuando la fertilidad del suelo sea de media a baja en estos elementos.

En condiciones de campo, las plantas de soya generalmente presentan dos tipos de microorganismos simbióticos sobre sus raíces; estos simbioses, *Bradyrhizobium* spp y hongos micorrizógenos arbusculares, están capacitados para aumentar el crecimiento de las plantas por la suplementación del nitrógeno y movilización de nutrientes poco móviles como el fósforo, respectivamente, hacia la planta hospedera (Zhang *et al.*, 1995), lo que concuerda con lo encontrado en nuestros experimentos para la variable altura de las plantas (Figuras 1 y 2), alcanzándose un efecto significativo en los tratamientos inoculados, siendo la respuesta más marcada en la localidad Las Papas. Se destacan con los mejores resultados aquellas variantes donde se inocularon de manera conjunta el *Bradyrhizobium* y el hongo MA (T8, T9 y T10) y con el empleo de la micorriza más la dosis de 150 kg.ha⁻¹ de nitrógeno (T7).

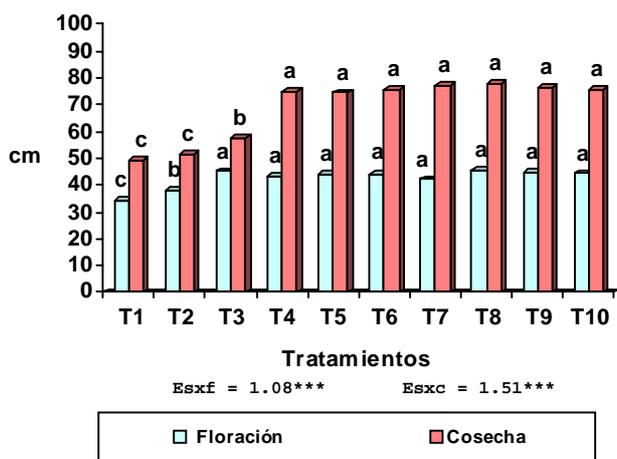


Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre la altura de las plantas. Localidad Bainoa

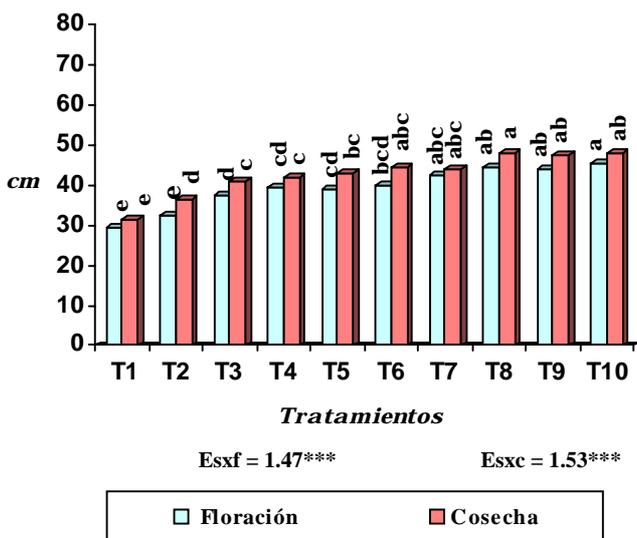


Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre la altura de las plantas. Localidad Las Papas

Además, se confirmó lo planteado por Halos, Mendoza y Borja (1982), Hernández y Hernández (1996) y Pijeira *et al.* (1996), al encontrar estimulación del crecimiento vegetativo por aumento de la eficiencia del *Rhizobium japonicum*, cuando se realizó la aplicación conjunta de este con los hongos MA al cultivo de la soya.

Cuando se evaluaron los componentes del rendimiento número de vainas por planta y peso de 100 granos, como se observa en la Tabla III, se pudieron constatar diferencias significativas entre tratamientos para ambas localidades, manifestándose respuestas más evidentes para el componente número de vainas por planta, obteniéndose los mejores resultados con aquellos tratamientos donde se empleó la inoculación conjunta del *Bradyrhizobium* y la micorriza, así como en la variante donde se aplicó el inoculante micorrizógeno más la adición de la fertilización nitrogenada. Para el caso del peso de 100 granos las diferencias no fueron marcadas, no presentándose diferencias entre los tratamientos donde se utilizó la inoculación de los microorganismos, aunque existió un ligero incremento en los tratamientos coinoculados. Estos resultados concuerdan con lo señalado por Halos, Mendoza y Borja (1982) de que inoculaciones conjuntas de diversos aislamientos de endófitos MA y *Rhizobium japonicum*, aumentaron el número de vainas por planta. Resultados similares obtuvieron Bagyaraj, Manjunath y Patil (1979), inoculando *Rhizobium japonicum* y *Glomus fasciculatum* en un medio deficiente en fósforo.

Tabla III. Efecto de los tratamientos sobre algunos componentes del rendimiento

Tratamientos	Bainoa		Las Papas	
	No. vainas/planta	Peso de 100 granos (g)	No. vainas/planta	Peso de 100 granos (g)
T1	16.52 f	13.10 c	14.32 g	12.50 c
T2	26.95 e	13.65 bc	21.17 f	13.05 bc
T3	35.45 cd	13.87 ab	22.05 ef	13.87 ab
T4	33.62 d	13.92 ab	24.47 de	13.75 ab
T5	35.97 cd	15.97 ab	25.32 d	13.37 bc
T6	36.62 bcd	14.07 ab	25.82 d	13.87 ab
T7	41.57 ab	14.32 ab	32.47 c	14.62 a
T8	40.00 abc	14.32 ab	34.25 bc	14.37 a
T9	40.10 abc	14.50 a	37.37 a	14.50 a
T10	42.70 a	14.52 a	37.15 ab	14.62 a
x	34.95	14.03	27.44	13.86
ESx	1.58***	0.21**	1.00***	0.29***

Medias con letras comunes en la misma columna no difieren a $p < 0.001$

Según lo señalado anteriormente, el rendimiento de granos (Tabla IV) como una consecuencia del comportamiento de sus componentes, manifestó diferencias significativas entre los tratamientos, aunque estas diferencias no resultaron ser muy marcadas fundamentalmente para la localidad Las Papas.

Tabla IV. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del cultivo por localidad

Tratamientos	Bainoa			Las Papas		
	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	% incremento respecto a:		Rendimiento (t.ha ⁻¹)	% incremento respecto a:	
		Dosis	BjT		Dosis	BjT
T1	1.86 e	-	-	0.65 c	-	-
T2	2.20 d	-	-	0.83 b	-	-
T3	2.26 abcd	-	-	1.02 a	-	-
T4	2.24 cd	-	-	1.05 a	-	-
T5	2.25 bcd	-	-	1.01 a	-	-
T6	2.25 bcd	-	-	1.10 a	8	5
T7	2.34 abc	4	4	1.09 a	7	4
T8	2.36 ab	4	5	1.14 a	12	9
T9	2.35 abc	4	5	1.16 a	14	11
T10	2.37 a	5	6	1.17 a	15	11
x	2.25	-	-	1.02	-	-
ES x	0.03***	-	-	0.05***	-	-

Medias con letras comunes en la misma columna no difieren a $p < 0.001$

No obstante, las variantes donde se combinaron ambos inoculantes reflejaron los mayores porcentajes de incremento, con valores entre 4-6 % en relación con la dosis de fertilizante mineral y la inoculación de *Bradyrhizobium* tradicional para la localidad Bainoa; valores entre 12-15 % en relación con la dosis de fertilización y de 9-11 % en relación con *Bradyrhizobium* tradicional para la localidad Las Papas, independientemente del tipo de medio de *Bradyrhizobium japonicum* empleado.

Debemos señalar que el tratamiento donde se utilizó la micorriza con la mayor dosis de fertilización nitrogenada, presentó un buen comportamiento en ambas localidades, con incrementos del rendimiento entre 4 y 7 % en relación con los testigos de comparación. Por otro lado, un aspecto importante a destacar fue el efecto positivo de la utilización de los microorganismos en su forma individual, dado que no presentaron diferencias significativas con los tratamientos donde se aplicaron las dosis superiores de fertilización mineral. Además, los resultados de ambos estudios no evidenciaron diferencias significativas entre los efectos del *Bradyrhizobium* obtenido con diferentes medios de cultivo.

Los incrementos del rendimiento logrados con la doble inoculación *Bradyrhizobium japonicum*-hongos micorrizógenos arbusculares, corroboran lo señalado por diversos autores tales como Bagyaraj, Manjunath y Patil (1979); Halos, Mendoza y Borja (1982), quienes encontraron que la inoculación conjunta de endófitos de MA y *Rhizobium japonicum* incrementaron los rendimientos de la soya. Efectos similares fueron indicados por Bagyaraj (1984) y Hoang *et al.* (1985), quienes al explotar el potencial de la doble simbiosis lograron incrementar la productividad de los cultivos. Por otro lado, Hernández y Hernández (1996) lograron los mayores rendimientos con la combinación de las cepas de *Bradyrhizobium japonicum* y el hongo MA *Glomus clarum*.

Amaya, Leal y Lares (1996), inoculando cepas nativas de *Rhizobium* y MA con niveles de fósforo en frijol,

determinaron que la infección de ambos endófitos (*rhizobio* y micorriza) tuvo un efecto significativo en el rendimiento de las plantas.

También Cornejo, Zviertovich y Campano (1996), trabajando con leguminosas como la alfalfa y haba y el inoculante de doble acción (*Rhizobium*-micorriza) denominado RHIZOLAM, obtuvieron incrementos del rendimiento de alfalfa de un 44 % y en habas de un 100 %, con la aplicación del inoculante, correlacionándolos con la biomasa de las leguminosas.

Corbera y Hernández (1997) y Corbera (1998), trabajando la inoculación conjunta de *Bradyrhizobium japonicum* y hongos micorrizógenos en el cultivo de la soya, encontraron incrementos del rendimiento en el cultivo para diferentes localidades y variedades.

El empleo de inoculantes simples permitió obtener rendimientos similares o equivalentes a la fertilización mineral, corroborando lo encontrado por Corbera (1998), que además concuerda con las investigaciones realizadas en cultivos de leguminosas con el empleo de la fijación biológica a través de las bacterias del género *Rhizobium*. Según Labandera (1996), la inoculación es responsable del rendimiento en un orden de 800-1000 kg.ha⁻¹. año⁻¹, así como el uso de la MA, que favorecen la fijación biológica del nitrógeno y además influyen sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Estos hongos, tal y como la literatura los presenta juegan su papel mediante un crecimiento más rápido de las plantas, debido principalmente a una mejor nutrición de ellas, siendo capaces de incrementar la absorción de nutrientes, debido a que las raíces tienen un área de exploración mayor a través de la extensión de las hifas de los hongos en el suelo (González y Ferrera, 1994).

El análisis del estado nutricional del cultivo evaluado a través de los contenidos de N, P y K en hojas (Tabla V), no manifestó respuesta de esta variable a los tratamientos evaluados para ninguna de las dos localidades, encontrándose en los tratamientos inoculados valores similares a los tratamientos con fertilización mineral.

Tabla V. Efecto de los tratamientos sobre los contenidos de N, P y K foliares por localidades

Tratamientos	Bainoa			Las Papas		
	N(%)	P(%)	K(%)	N(%)	P(%)	K(%)
T1	3.40	0.31	0.90	3.40	0.41	0.86
T2	3.82	0.35	0.96	3.61	0.40	0.86
T3	4.06	0.36	1.20	3.61	0.41	0.89
T4	3.50	0.35	1.19	3.32	0.42	0.94
T5	3.63	0.35	1.17	3.40	0.40	0.97
T6	3.61	0.37	1.14	3.49	0.41	0.95
T7	3.69	0.34	1.21	3.55	0.40	0.95
T8	3.82	0.36	1.31	3.65	0.43	0.96
T9	3.79	0.33	1.27	3.66	0.41	0.94
T10	3.83	0.37	1.15	3.64	0.42	0.99
X	3.72	0.35	1.15	3.54	0.41	0.93
Es x	0.13	0.02	0.12	0.14	0.01	0.05

A modo de conclusión, podemos señalar el efecto positivo de las aplicaciones de biofertilizantes, donde se destaca la coinoculación de las semillas de soya con

biofertilizantes *Bradyrhizobium japonicum* y hongos micorrizógenos arbusculares dentro de un sistema de bajos insumos, alternativa que no solo nos ayuda a suplir las necesidades de fertilizantes, fundamentalmente nitrógeno y fósforo, sino que además favorece al sistema productivo, permitiendo que se acerque a su potencial de rendimiento (Fitter y Garbaye, 1994).

Otro aspecto importante a señalar es el hecho de poder utilizar dentro de esta alternativa, los nuevos medios de cultivo del *Bradyrhizobium japonicum*, los cuales no manifestaron diferencias con el medio de cultivo tradicional. Además, los resultados nos dan la posibilidad de poder emplear las inoculaciones simples de los biofertilizantes utilizados en los estudios, como sustitutos de los fertilizantes minerales, teniendo en cuenta que con ellos se logran rendimientos similares a los alcanzados con la fertilización mineral.

REFERENCIAS

- Altieri, M. A. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Tercera edición. CLADES. ACAA. 1997. 249 p.
- Amaya, L. A.; Leal, A. y Lares, C. Efecto de diferentes dosis de fósforo sobre la relación Tripartita *Rhizobium*-Frijol-MVA. En: Memorias XVIII Reunión Latinoamericana de Rhizobiología. Sta. Cruz de la Sierra. Bolivia. 1996. p.49-50.
- Azis, T. y Habte, M. Growth of transplanted *Sesbania grandiflora* as affected by preinfection of root with Rhizobia and VAM fungus. *Nitrogen fixing tree Research Reports*, 1990, vol. 8, p. 159-160.
- Bagyaraj, D. J. Biological Interaction with VA Micorrizal fungi. En: Micorrizha. Boca Raton: CRC Press. 1984, p. 131-153.
- Bagyaraj, D. J., Manjunath, A. y Patil, R. B. Interaction between a vesicular-arbuscular mycorrhiza and *Rhizobium* and their effect on soybean in the field. *New Phytol.*, 1979, vol. 82, p. 141-145.
- Barea, J. M., Azcón, R. y Azcón-Aguilar, C. Vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in nitrogen fixing systems. *Methods in Microbiology*, 1992, vol. 24, p. 291-346.
- Brown, M. G. y Burlinghan, S. Production of plant growth substance by *Azotobacter chroococcum*. *Journal Gen. Microbiol.*, 1982, vol. 53, p. 135-144.
- Corbera, J. Coinoculación *Bradyrhizobium japonicum*-micorriza vesículo-arbuscular como fuente alternativa de fertilización para el cultivo de la soya. *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no. 1, p. 17-20.
- Corbera, J. y Hernández, A. Evaluación de la asociación *Rhizobium*-MVA sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de la soya (*Glycine max* L. Merrill). *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 1, p. 10-12.
- Cornejo, S., Zviertovich, G. y Campano, N. Evaluación del uso y manejo de los inoculantes Rhizolam en el distrito de Chiguata, Arequipa - Perú. En Memoria XVIII Reunión Latinoamericana de Rhizobiología. Sta. Cruz de la Sierra, Bolivia. 1996. p. 383-384.
- Díaz, H., et al. El cultivo de la soya para granos y forraje. La Habana: CIDA. 1992. 16 p.
- Dunlap, R. E., et al. What is sustainable agriculture?. An Empirical Examination of Faculty and Farmer Definition. *Jour Sustain Agric.*, 1992, vol. 1, p. 5-39.
- Fernández, F., et al. The effect of comercial arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculante on rice (*Oryza sativa*) in different type of soils. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 1, p. 5-9.
- Fernández, F. y Rodríguez, E. L. Estudios básicos de la tecnología de recubrimiento de semillas con inoculantes micorrizógenos V. A. En Programa y Resúmenes. X Sem. Cient. Inst. Nac. Cienc. Agric. La Habana. 1996. p 87 - 88.
- Fitter, A. H. y Garbaye, J. Interaction between mycorrhizal fungi and others soil organisms. *Plant and Soil*, 1994, vol. 159, no. 1, p. 123-132.
- González, C. C. y Ferrera, R. Los hongos endomicorrizógenos en la producción de cultivos de interés ornamental. *Chapingo. Serie Agricultura*. 1994, no. 1.
- Gómez, R., et al. Principales resultados en la aplicación de biofertilizantes en cultivos de interés económico para Cuba, utilizando la Tecnología de Recubrimiento de Semillas. En Programa y Resúmenes X Seminario Científico INCA. La Habana. 1996. p. 87 - 88.
- Halos, P. M.; Mendoza, E. y Borja, M. Synergism between endomycorrhizas *Rhizobium japonicum* CB 1809 and soybean. *Philipp. Agric.*, 1982, vol. 65, no. 1, p. 93-102.
- Hernández, A. y Hernández, A. N. Efecto de la interacción *Rhizobium*-MA en el cultivo de la soya (*Glycine max* (L) Merrill). *Cultivos Tropicales*, 1996, vol. 17, no. 1, p. 5-7.
- Hoang, R. E., et al. Phosphorus response in chickpea (*Cicer aurantium* L.) with *Rhizobium* Inoculation. *Maharastro. Indian Legume Research*, 1985, vol. 14, no. 2, p. 78-82.
- Kawail, Y. y Yamamoto, Y. Increase in the formation and nitrogen fixation of soybean nodules by vesicular arbuscular mycorrhizae. *Plant Cell Physiology*, 1986, vol. 27, no. 3, p. 399-405.
- Labandera, C. Aplicaciones agronómicas de la fijación del nitrógeno en Uruguay. Un enfoque. En: Memorias XVIII Reunión Latinoamericana de Rhizobiología. Sta. Cruz de la Sierra, Bolivia. 1996. p. 353 - 365.
- Marschner, H. y Dell, B. Nutrient uptake in micorrizal symbiosis. *Plant and Soil*, 1994, vol. 159, p. 89-102.
- Pijera, L., et al. La fertilización y nutrición de la soya. Alternativas para la producción de granos y forraje. Folleto divulgativo para productores. La Habana : INCA. 1990. 22 p.
- Pijera, L., et al. El uso del Biofert. - Bol. (inoculante micorrizógeno) en diferentes especies cultivadas de Bolivia. En Memorias XVIII Reunión Latinoamericana de Rhizobiología. Sta. Cruz de la Sierra, Bolivia. 1996. p. 395 - 396.
- Resende, M.; Kerr, J. C. y Bahia, A. F. C. Desenvolvimento sustentado no cerrado. p. 169-199. En O solos nos grandes dominios morfoclimáticos do Brasil é o desenvolvimento sustentado. Vicosa : SBS C/UFV. 1996. 930 p.
- Valdés, M.; Reza-Alemán, F. y Furlán, V. World. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 1993, vol. 9, p. 93-99.
- Zhang, F., et al. Root - zone temperature and soybean [*Glycine max* (L) Merr.] vesicular arbuscular mycorrhizae: Development and interaction with the nitrogen fixing symbiosis. *Environmental and Experimental Botany. Great Britain*, 1995, vol. 35, no. 3, p. 287-298.

Recibido: 14 de junio de 1999

Aceptado: 16 de julio de 1999