

Efecto de la aplicación de *Rhizobium* y Micorriza en el crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad CC-25-9 negro

Effect of the application of *Rhizobium* and Mycorrhiza in the growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L), dark CC-25-9 variety

Ramón Liriano González¹, Dania Bárbara Núñez Sosa¹, Roberto Barceló Díaz.²

1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Carretera a Varadero; Matanzas, Cuba.

2. Delegación Provincial de la Agricultura en Matanzas, Matanzas, Cuba.

E-mail: ramon.liriano@umcc.cu

RESUMEN. El trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar la efectividad de la aplicación de *Rhizobium* y Micorriza sobre el crecimiento del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L), variedad CC-25-9 negro, realizándose un experimento en áreas de la CCS “Niceto Pérez”, perteneciente al municipio de Los Arabos, provincia de Matanzas, durante los meses de diciembre a marzo de 2011, sobre un suelo pardo sin carbonatos. Se estudiaron cuatro tratamientos (Testigo, *Rhizobium*, Micorrizas, *Rhizobium* + Micorrizas). El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar, evaluándose a los dos meses de sembrado el cultivo, la altura de las plantas (cm), el número de hojas trifoliadas, el diámetro de la base del tallo (mm) y el número de nódulos por planta y en el momento de la cosecha el rendimiento y sus componentes. Los datos obtenidos fueron procesados mediante un análisis de varianza simple, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan, utilizando el paquete profesional estadístico STATISTICA, versión 6 para Windows. La coinoculación *Rhizobium* y Micorrizas mostró los mejores resultados en las variables de crecimiento evaluadas, así como en el rendimiento y sus componentes.

Palabras clave: *Rhizobium*, Micorriza, frijol.

ABSTRACT. The aim of the present work was to evaluate the application effect of *Rhizobium* and Mycorrhiza on the growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L) cv. dark CC-25-9 variety. The experiments were developed at Los Arabos municipality, Matanzas province, from December to March 2011, on brown soil without carbonate. The experimental design was an at random block with four treatments (control, *Rhizobium*, Mycorrhizas, *Rhizobium* + Mycorrhizas). Two months after seeds plantation we measured those indicators: plant length (cm.), number of trifoliolate leaves, diameter of the steam base (mm.), number of nodules per plant, as well as yield and its components, at the moment of the harvest. Data were analyzed by a one-way analysis of variance, followed by Duncan's Multiple Range Test, using the statistic professional program STATISTICA, version 6 for Windows. The *Rhizobium* and Mycorrhiza co-inoculation showed the best results for growth and yield indicators.

Key words: *Rhizobium*, Mycorrhiza, bean.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tiene gran importancia, constituyendo un alimento de alta demanda popular, por lo que se cultiva a lo largo y ancho del país, alcanzando un área de 50 994,6 ha aproximadamente, incluyendo el sector estatal y no estatal (ONE, 2009). La producción nacional aún no es capaz de satisfacer las necesidades del consumo, dada la presencia de diferentes factores que limitan su producción, dentro de los cuales tienen gran importancia los requerimientos nutricionales del cultivo.

El nitrógeno y el fósforo son considerados dos de los elementos que más influyen en la producción de los cultivos (Urquiaga *et al.*, 1998), sin embargo, la utilización de estos nutrimentos en forma química está limitada fundamentalmente por su alto costo y la incompatibilidad de estos con la conservación del medio ambiente, razones por las cuales, se utilizan alternativas sustentables capaces de mantener los niveles productivos y su calidad sin dañar los agroecosistemas.

Una de estas alternativas lo constituye la utilización de microorganismos simbióticos para el caso de las leguminosas, entre los cuales se destacan el *Rhizobium*, el cual fija cantidades considerables de dinitrógeno atmosférico, y los hongos formadores de micorrizas, caracterizados por mantener una absorción efectiva de nutrientes y agua del suelo, jugando un papel importante en la captación del fósforo y otros microelementos (Azcón, 1998).

El trabajo tiene como objetivo evaluar la efectividad de la aplicación de *Rhizobium* y *Micorrriza* sobre el crecimiento del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad CC-25-9 negro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en áreas de la CCS "Niceto Pérez", perteneciente al municipio de Los Arabos, provincia de Matanzas, durante los meses de diciembre a marzo de 2011, sobre un suelo pardo sin carbonatos, en el cultivo del frijol, variedad CC-25-9 negro. El manejo agrotécnico durante el crecimiento del cultivo del frijol se realizó teniendo en cuenta las indicaciones del Instructivo Técnico del cultivo. (MINAGRI, 2000).

Se estudiaron los tratamientos siguientes:

T1 = Control

T2 = *Rhizobium*. (1 kg / 46 kg de semilla, peletizando el grano antes de la siembra)

T3 = Micorrizas (*EcoMic*®). La inoculación se realizó antes de efectuar la siembra mediante la tecnología de recubrimiento de las semillas en una proporción del 10 al 15 % de su peso.

T4 = *Rhizobium* + Micorrizas (*EcoMic*®). Coinoculación combinada antes de la siembra.

A los dos meses de sembrado el cultivo, se tomaron 25 plantas al azar, evaluándose las siguientes variables:

- Altura de las plantas (cm). Se utilizó una regla graduada.
- Número de hojas trifoliadas.
- Diámetro de la base del tallo (mm). Se empleó un pie de rey.
- Número de nódulos por planta.

En el momento de la cosecha se determinó:

- Número de vainas por planta (en 15 plantas por parcela)
- Número de granos por vaina (media de 20 vainas).
- Peso promedio de 100 granos (g), para lo cual se

utilizó una balanza analítica.

- Rendimiento (t/ha).

El diseño estadístico utilizado fue un bloque al azar. Los datos obtenidos fueron procesados estadísticamente a través de un análisis de varianza, clasificación simple, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan, a fin de comprobar el nivel de significación para $p < 0,05$ y $0,01$ utilizando el paquete profesional estadístico STATISTICA, versión 6 para WINDOWS.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de la aplicación de Rhizobium y Micorrriza en el crecimiento del cultivo

1. Análisis de las variables del crecimiento

El análisis del crecimiento a los 60 días de la germinación de la semilla muestra diferencia significativa en cada una de las variables evaluadas (observar tabla 1). La altura de las plantas muestra una marcada diferencia en aquellos tratamientos en que se aplicó *Rhizobium* y Micorrizas respecto al testigo, destacando el tratamiento 4 (*Rhizobium* + Micorrizas) con 54,73 cm, el cual no difiere de la inoculación con *Rhizobium*, pero sí del resto de los tratamientos.

El número de hojas trifoliadas presenta diferencia significativa entre tratamientos y con 34,62 hojas trifoliadas la coinoculación de *Rhizobium* y Micorrizas mostró los mejores resultados, no observándose diferencia significativa entre los tratamientos en que se llevó a cabo la inoculación simple de *Rhizobium* y Micorrizas, pero sí entre estos y el testigo.

El diámetro de la base del tallo no muestra diferencia significativa entre la inoculación con *Rhizobium* y la coinoculación de *Rhizobium* y Micorrizas, correspondiendo a estos tratamientos con 7,94 y 7,75 mm, respectivamente, los valores más altos, los cuales difieren significativamente del resto de los tratamientos.

El número de nódulos por planta no muestra diferencia significativa en aquellos tratamientos en que se aplicó *Rhizobium* y Micorrizas de forma simple y combinada, resaltando la marcada diferencia entre estos tratamientos y el testigo en el cual no se observó formación de nódulos, obteniéndose los mejores resultados en la inoculación con *Rhizobium* con 8,31 nódulos por planta. Es de destacar la importancia de

los nódulos en la fijación de N y su influencia en el crecimiento del cultivo del frijol. Al respecto la FAO (1995), señaló que en los suelos agrícolas la asociación *Rhizobium*-leguminosa es la más importante fuente de N, pues se ha reportado que en las leguminosas

noduladas, bajo determinadas condiciones ambientales (suelos pobres en este elemento), pueden fijar hasta los 100 kg N₂/ha/año, siendo este mecanismo capaz de proveer la demanda del N para satisfacer las necesidades nutricionales más importantes de la planta.

Tabla 1. Variables del crecimiento evaluadas

Tratamientos	Altura de las plantas (cm)	Número de hojas trifoliadas	Diámetro de la base del tallo (mm)	Número de nódulos por planta
Control	24,57 c	12,89 c	4,27 c	0 b
Rhizobium	51,38 ab	27,47 b	7,94 a	8,31 a
Micorrizas	48,62 b	26,33 b	6,67 b	7,95 a
Rhizobium + Micorrizas	54,73 a	34,62 a	7,75 a	8,27 a
Ex	6,86	4,53	0,77	2,04

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para p < 0,05

Los incrementos que provoca la coinoculación de *Rhizobium* y Micorrizas en las variables de crecimiento evaluadas, demuestran la capacidad del cultivo del frijol de formar doble simbiosis *Rhizobium*-Hongos Micorrízicos Arbusculares. En tal sentido Mosse (1980) y Allen (1981), citados por Guzmán-Plazola y Ferrera (1993), plantean que la mayoría de las leguminosas son capaces de formar doble simbiosis *Rhizobium-endomicorriza VA*, lo cual puede explicar en parte la buena adaptabilidad de diversas especies de esta familia en suelos marginados. Resultados experimentales en otros cultivos demuestran la efectividad de esta simbiosis como los alcanzados por Hernández Annia y Hernández Ana N. (1996), quienes al inocular semillas de soya variedad G7R-315, con la mezcla de la cepa de *Rhizobium japonicum* ICA 8001 y la cepa de MA *Glomus clarum* sin aplicación de fertilizante, obtuvieron una influencia positiva sobre el desarrollo vegetativo que provocó un incremento considerable del rendimiento del cultivo.

2. Análisis del rendimiento y sus componentes

En las variables del rendimiento (tabla 2), el número de vainas por planta presenta diferencia significativa entre tratamientos, observándose que los mayores resultados se obtuvieron con la inoculación combinada de *Rhizobium* y Micorrizas con 63,18 vainas el cual difiere significativamente del resto de los tratamientos, posteriormente le sigue la inoculación simple con *Rhizobium* y Micorrizas con 53,34 y 44,61 vainas por planta, respectivamente, los cuales difieren significativamente entre sí y del control.

El número de granos por vaina no presenta diferencia significativa entre los tratamientos en que se aplicaron los productos biofertilizantes, pero sí difieren del testigo, similares resultados se obtuvieron en el peso promedio de 100 granos, donde la inoculación con *Rhizobium* mostró con 27,60 g el mayor peso promedio.

El rendimiento en t/ha muestra diferencia significativa entre tratamientos, obteniéndose los mayores valores con el tratamiento 4 (inoculación combinada de *Rhizobium* y Micorrizas) con 2,54 t/ha, el cual difiere significativamente del resto de los tratamientos, observándose una clara tendencia al incremento del rendimiento cuando se aplicaron los biofertilizantes. El testigo mostró los más bajos rendimientos con 0,91 t/ha. Este comportamiento del rendimiento se puede relacionar fundamentalmente al incremento del peso de los granos, al número de vainas por planta y al número de granos por vaina en cada tratamiento.

El resultado obtenido en los componentes del rendimiento, demuestra que para las condiciones en que se desarrolló el experimento, los mejores resultados aparecen con coinoculación de *Rhizobium* + Micorrizas, lo cual presenta una estrecha relación con el resto de las variables analizadas. Urquiaga (1998) y Azcón (1998) coinciden en que el uso combinado del *Rhizobium* y las micorrizas optimizan el proceso de fijación del nitrógeno atmosférico, la absorción de elementos nutritivos, y por lo tanto se estimula el desarrollo vegetal aumentando el potencial productivo de las plantas.

Barea et al. (1992), señalan que la mayoría de las leguminosas responden favorablemente a la infección con micorrizas arbusculares (MA) por cuanto incrementan principalmente el suministro de fósforo para el proceso de fijación de nitrógeno por el sistema *Rhizobium*-leguminosa.

Corbera y Núñez (2000), al inocular plantas de soya encontraron un efecto positivo de la unión del *Rhizobium* con las micorrizas, sobre el desarrollo y el rendimiento del vegetal, demostrando el efecto benéfico de la coinoculación.

Tabla 2. Rendimiento y sus componentes en el cultivo del frijol

Tratamientos	Número de vainas por planta	Número de granos por vaina	Peso promedio de 100 granos (g)	Rendimiento (t/ha)
Control	19,00 d	5,00 b	16,01 b	0,91 d
<i>Rhizobium</i>	53,34 b	7,12 a	27,60 a	2,25 b
Micorrizas	44,61 c	6,81 a	25,12 a	1,96 c
<i>Rhizobium</i> + Micorrizas	63,18 a	7,86 a	26,63 a	2,54 a
Ex ±	9,47	0,60	2,68	0,35

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p < 0,05$

CONCLUSIONES

Los resultados expuestos sugieren una asociación planta-microorganismo efectiva, considerando la inoculación simple y coinoculación de *Rhizobium* y Micorrizas como una alternativa viable, sostenible y ecológica para la producción del cultivo del frijol. En sentido general la coinoculación *Rhizobium* + Micorrizas, mostró los mejores resultados en las variables de crecimiento evaluadas, así como en el rendimiento y sus componentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Azcón G. Rosario: Significado de la simbiosis *Rhizobium*-hongo formador de la micorrizas en el desarrollo vegetal y su aplicabilidad en una agricultura sostenible. XIX Reunión Latinoamericana de Rhizobiología. Memorias. Maturín-Monagas, Venezuela, pp. 122-123, 1998.
- Barea, J.M.; R. Azcón y C. Azcón-Aguilar: "Vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in nitrogen fixing systems. *Methods in microbiology*". Academic Press. 24:391-346, 1992.
- Corbera J. y Marín Núñez: Evaluación agronómica de la coinoculación *Bradyrhizobium japonicum*-hongos micorrizógenos arbusculares y la aplicación de análogos de Brasinoesteroides en soya cultivada en época de invierno. XII Seminario Científico. V Taller de Biofertilización en los Trópicos. Programa y Resúmenes. INCA, La Habana, Cuba, pp. 115-116, 2000.
- FAO: *Manual técnico de la fijación del nitrógeno*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia, pp. 10-35, 1995.
- Guzmán-Plazola, R.A. y R. Ferrera: *La endomicorriza vesículo arbuscular en las leguminosas*, pp. 14 – 23, 1993.
- Hernández, Annia y Ana N. Hernández: "Efecto de la interacción *Rhizobium*-MA en el cultivo de la soya (*Glycine max* (L.))". *Cultivos Tropicales* 17(1): 5-7, 1996.
- MINAGRI: Guía Técnica para el cultivo del frijol en Cuba. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". La Habana, Cuba, 37 pp., 2000.
- ONE: Siembra y superficie existente sembrada de frijol. Dirección de Agropecuario. República de Cuba, 21 pp., 2009.
- Urquiaga S.; J.R. Bruno; M. Robert; Maria Cristina P. Neves: Importancia del papel de la FBN en el desarrollo agrícola de América Latina y El Caribe. XIX Reunión Latinoamericana de Rhizobiología. Memorias. Maturín-Monagas, Venezuela, pp. 50-59, 1998.

Recibido: 16/11/2011

Aceptado: 09/06/2012