

NOTA TÉCNICA

EFECTO DE INÓCULO DE *Rhizobium* EN FRIJOL COMÚN
(*Phaseolus vulgaris* L.)¹Germán Hernández², Mercedes Sánchez², Vidalina Toscano², Nancy Méndez², Miguel Mullings²

RESUMEN

Efecto de inóculo de *Rhizobium* en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Se validaron las cepas de *Rhizobium* CR 113; CR 477; CF-1 (igual a CIAT 151); 6bIII; 2bIII y HbI, más los tratamientos sin inoculación y sin nitrógeno, 30 kg/ha N sin inoculación y alto nitrógeno, 150 kg/ha N, en tres ambientes de las provincias de Pinar del Río, Matanzas y Holguín, en suelos ferralítico cuarcítico, ferralítico rojo y pardos sin Carbonato con bajos contenidos de nitrógeno total (menos de 65 kg/ha N). Se empleó la variedad de frijol BAT 58. Se cuantificó la producción de materia seca aérea y nodular en la etapa de desarrollo (R6), la producción de materia seca aérea y consumo total de nitrógeno en la etapa (R8) y la producción de granos en la etapa (R9). Se encontró una diferencia significativa inferior entre los tratamientos sin inoculación, respecto a los tratamientos con alto nitrógeno y 30 kg/ha N más la inoculación a la semilla. No hubo diferencia entre el tratamiento con alto nitrógeno y la inoculación con cepas de *Rhizobium* más 30 kg/ha.

ABSTRACT

***Rhizobium* inocula effect in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.).** Strains of *Rhizobium* CR 113; CR 477; CF-1 (equal to CIAT 151); 6bIII; 2bIII and HbI, along with non-inoculated and non-nitrogenated treatments – 30 kg/ha N without inoculation and high N, 150 kg/ha N – in three environments in the Pinar del Rio, Matanzas and Holguin provinces were validated in three types of soil: ferrous quartzitic, ferrous red, and non-carbonated brown with a low total nitrogen content (less than 65kg/ha N). The BAT 58 bean variety was used. Production of aerial and nodular dry matter during the development phase (R6), production of aerial dry matter and total nitrogen consumption in the (R8) phase, and bean production in the (R9) phase, were quantified. Results showed a lower significant difference in the treatments without inoculation, as compared to the treatments with high nitrogen content and 30kg/ha N plus seed inoculation. No difference was found between the treatment with high N applications, and the ones inoculated with *Rhizobium* strains plus 30 kg/ha.



INTRODUCCIÓN

En la Cuenca del Caribe, el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) se cultiva en pequeñas áreas generalmente en suelos con baja fertilidad, por productos que sus recursos económicos no les permiten satisfacer las necesidades de nitrógeno y fósforo que el cultivo del frijol demanda para expresar su potencial genético de rendimiento, por eso, las producciones de granos promedios son entre tres y cuatro veces menores respecto al potencial productivo de las variedades cultivadas.

En términos alimentarios para los pobladores de América Latina y el Caribe, el frijol común (*Phaseo-*

lus vulgaris L.) constituye una de las principales fuentes de proteínas de origen vegetal, consumido de forma general en dos de las tres veces que se ingieren alimentos diariamente.

En Cuba, durante los últimos 20 años se han aislado y evaluado cepas de *Rhizobium*, en diferentes condiciones: casa de cristal, ensayos estacionarios y en terrenos de agricultores. Dichas cepas en interacción específica cepa-cultivar pueden suministrar entre el 50 y el 75% de las necesidades de nitrógeno a la planta de frijol común (Hernández, 1997).

Mediante los estudios efectuados por los países miembros del Programa Regional de frijol para

¹ Presentado en la XLIII Reunión Anual del PCCMCA. Panamá, 1997.

² Laboratorio de Rhizobiología. Ministerio de la Agricultura, Instituto de Suelos, Estación Experimental La Renée A.C. 6. La Habana. E-mail: larenee@ceniai.inf.cu

Centro América, México y el Caribe PROFRIJOL, se dispone de al menos cuatro cepas de *Rhizobium leguminorum* *bv. phaseoli*, que pueden satisfacer parte del nitrógeno que cultivo necesita para expresar su potencial del rendimiento.

El objetivo del presente trabajo fue validar en terrenos de agricultores cuatro cepas de *Rhizobium*, frente a la variedad de frijol BAT 58 cuyo nivel de adopción la sitúa en la tercera posición en término de área sembrada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se sembraron en las localidades de Pinar del Río, Matanzas y Holguín, escogidas por su participación en el programa de producción de frijol en Cuba.

Se validaron los siguientes tratamientos en localidades recomendadas y adecuadas según el nivel de fertilidad nitrogenada del suelo entre 60 y 70 kg/ha N, en terrenos de agricultores:

1. Sin inoculación y sin aplicar nitrógeno (N-)
2. 30 kg de N por hectárea aplicado a la siembra y 120 kg/ha N aplicado 25 días después de la germinación.
3. 30 kg/ha N aplicado sólo a la siembra.
4. 30 kg/haN aplicado a la siembra más la inoculación a la semilla en el momento de sembrarla con cepas de *Rhizobium* CR 113, CR 477, CF-1 (igual CIAT 151), 6bIII, 2bIII y HbI a razón de 16 g de inoculante sólido por kg de semilla sembrada.

El inoculante se preparó haciendo crecer en fermentador cada una de las cepas durante 24 horas y luego se colocó en una turba molinada con 85% de las partículas inferior a 85 micros.

En el momento de la siembra todos los tratamientos recibieron cantidades equivalentes a 98 y 60 kg/ha de P y K, a partir de superfosfato triple y sulfato de potasio. Como indicador biológico se utilizó la variedad de frijol BAT 58.

Las unidades de evaluación consistieron en franjas de 10 surcos de 100 m de longitud, separados 70 cm entre cada uno, con cuatro repeticiones en cada localidad.

Variables evaluadas.

1. Materia seca de la parte aérea y nodular (R6).
2. Materia seca de la parte aérea y consumo total de nitrógeno (R8).
3. Rendimiento de grano en kg/ha (R9) producción.

Las atenciones fitosanitarias, el riego y el control de malezas se realizaron según la necesidad del cultivo durante el ciclo vegetativo y reproductivo de la planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los tres ambientes donde se realizó en validación, Pinar del Río, Matanzas y Holguín, los tratamientos sin nitrógeno, sin inoculación y con 30 kg/ha N la producción de materia seca, consumo total de nitrógeno y rendimiento de grano fueron significativamente inferiores (Cuadros 2, 3 y 4), según la prueba de Dunnett. Este comportamiento permite afirmar que los suelos escogidos poseen un bajo contenido de nitrógeno el cual no satisface la necesidad de la planta.

El tratamiento con alto nitrógeno 150 kg/ha N, mostró una diferencia significativamente inferior, res-

Cuadro 1. Caracterización de la fertilidad actual del suelo en las áreas experimentales.

Nutrimiento	Tipo de Suelo y Localidad *		
	Gley Ferralítico Provincia de Pinar del Río	Ferralítico Rojo Provincia de Matanzas	Pardo sin Carbonatos Provincia de Holguín
pH KCl	5,5	6,8	6,7
M.O. %	1,9	2,6	2,5
***P ₂ O ₅ ppm	27,0	34,0	26,0
**Nitrógeno total kg/ha	60	68	70

pH Método potenciométrico relación suelo:solución 1:2.5

Materia Orgánica (M.O. %) Método Walkley-Black.

***Método Bray I.

**Método de Kjeldahl modificado.

Análisis de suelos según (Jackson, M.L., 1958).

*Clasificación de suelos (Hernández *et al.*, 1968)

pecto a los tratamientos donde se utilizó la inoculación, lo que confirma el efecto negativo del alto contenido de nitrógeno para el establecimiento de la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa y la formación de nódulos producto de esta simbiosis (Cuadro 2).

La formación de materia seca aérea y consumo total de nitrógeno fueron superiores, lo que hace suponer que la planta absorbió el nitrógeno disponible. En términos absolutos este comportamiento tuvo lugar en los tres ambientes donde se condujeron las validaciones (Cuadro 3).

La formación de materia seca aérea, materia seca nodular y rendimiento de granos, Cuadros 2 y 4. Cuando las semillas se inocularon con cepas de *Rhizobium*, dos procedentes de Costa Rica CR 113 y CR 477 y el resto autóctonas de Cuba (Hernández *et al.*, 1995) no mostraron diferencias significativamente respecto al tratamiento con alto nitrógeno. Este resultado confirma que cuando se utilizan cepas de *Rhizobium* infectivas y eficientes en el cultivo del frijol, se puede satisfacer entre el 50 y el 75% de las necesidades de nitrógeno. Lo anterior abre la posibilidad para reconsiderar lo encontrado en la literatura, respecto a que el frijol como planta no tiene una alta capacidad para fijar nitrógeno atmosférico en simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*. Se puede afirmar que la simbiosis funciona en términos de fijar nitrógeno, cuando hay identificación positiva entre la cepa de *Rhizobium* y el cultivar de frijol que se inocula. Se debería dar un mayor énfasis en investigar la interacción cepa-cultivar.

Lo anterior permite confirmar que la interacción cepa-cultivar en términos de eficiencia, entendido co-

mo la capacidad para suministrar nitrógeno por la simbiosis, planta-bacteria y a la expresión positiva de la planta expresada en términos de rendimiento de grano que se corresponda con su potencial genético (Hernández *et al.*, 1987; 1993; 1995 y 1996).

A partir de los resultados obtenidos se puede afirmar que la inoculación con cepas de *Rhizobium* infectivas y eficientes en el cultivo del frijol común es una alternativa rentable y ecológicamente sostenible.

CONCLUSIONES

La aplicación de 30 kg/ha N en suelos donde la fertilidad por nitrogenada sea baja, no satisface las necesidades de la planta para expresar su potencial del rendimiento.

La inoculación con las cepas de *Rhizobium* en la variedad de frijol común BAT 58 no mostró diferencia significativa con respecto al tratamiento con alto nitrógeno.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a las autoridades de la Estación Experimental La Renée que permitieron realizar esta validación, a PROFRIJOL mediante el Programa Regional para Centro América, México y el Caribe por el financiamiento parcial de este trabajo y a la señorita Ania Matos Ravelo por su ayuda en el análisis y mecanografía de este trabajo.

Cuadro 2. Producción de materia seca de la parte aérea y materia seca nodular en la etapa de desarrollo R6 por la variedad de frijol BAT 58 cultivada en las localidades de Pinar del Río, Matanzas y Holguín, expresada en kg/ha.

Tratamientos	Pinar del Río		Matanzas		Holguín	
	MSPA kg/ha	MSN kg/ha	MSPA kg/ha	MSN kg/ha	MSPA kg/ha	MSN kg/ha
(N-)	388,66 -	9,27 ⁰	382,76 -	8,21 ⁰	353,32 -	9,44 ⁰
(N+)	911,91 ⁰	6,20 ⁰	1048,20 ⁰	3,66 -	724,31 ⁰	4,66 -
CR 113	733,59 ⁰	13,35 +	936,31 ⁰	11,43 +	644,81 ⁰	12,54 +
CR 477	751,99 ⁰	13,40 +	943,38 ⁰	12,17 +	665,42 ⁰	13,10 +
CF-1	764,18 ⁰	13,55 +	966,93 ⁰	13,35 +	942,19 +	13,65 +
6bIII	767,88 ⁰	12,75 +	959,86 ⁰	11,72 +	628,91 ⁰	12,60 +
2bIII	759,64 ⁰	13,15 +	906,86 ⁰	12,75 +	653,65 ⁰	12,10 +
HgbI	736,67 ⁰	12,60 +	912,75 ⁰	12,10 +	624,20 ⁰	16,10 +
30 kg/ha	485,07 -	8,33 ⁰	478,45 -	6,95 ⁰	459,32 -	7,55 ⁰
ESx	157,35*	0,736*	198,9*	0,836*	110,40*	0,742
CV%	14	11	13	14	14	12

Prueba de Dunnett según Garaux 1983 al 5%. ⁰ no significativamente diferente; + significativamente diferente superior; - significativamente inferior.

MSPA = Materia Seca de la Parte Aérea, MSN = Materia Seca Nodular.

Cuadro 3. Producción de materia seca de la parte aérea y consumo de N en la etapa de desarrollo R8 por la variedad de Frijol BAT58 cultivada en las localidades de Pinar del Río, Matanzas y Holguín, expresada en kg/ha.

Tratamientos	Pinar del Río		Matanzas		Holguín	
	MSPA	Consumo de N	MSPA	Consumo de N	MSPA	Consumo de N
(N-)	732,60	13,92	721,50	14,06	666,00	19,98
(N+)	1718,91	70,53	1975,80	76,07	1365,30	54,61
CR 113	1382,78	55,12	1764,90	67,07	1215,45	51,05
CR 477	1417,47	59,00	1778,22	47,06	1254,30	69,26
CF-1	1440,46	59,56	1822,62	77,34	1776,00	70,82
6bIII	1447,44	54,68	1809,30	70,56	1185,48	50,12
2bIII	1431,90	59,00	1709,40	68,38	1232,10	50,52
Hgb	1388,61	58,36	1720,50	64,80	1176,60	48,10
30 kg/ha N	915,75	28,31	901,88	17,57	832,50	24,98

Prueba de Dunnett según Garaux 1983, al 5% ⁰ no significativamente diferente; (+) significativamente diferente superior; (-) significativamente inferior.

MSPA = Materia Seca de la Parte Aérea.

MSN = Materia Seca Nodular.

Cuadro 4. Producción de grano en las localidades de Pinar del Río, Matanzas y Holguín.

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)		
	Pinar del Río	Matanzas	Holguín
(N-)	0,87 -	1,00 -	0,94 -
(N+)	2,05 ⁰	2,97 ⁰	1,95 ⁰
CR 113	1,11 ⁰	2,92 ⁰	1,67 ⁰
CR 477	1,89 ⁰	2,99 ⁰	1,88 ⁰
CF-1	1,99 ⁰	3,16 ⁰	1,91 ⁰
6bIII	2,05 ⁰	2,78 ⁰	1,78 ⁰
2bIII	2,04 ⁰	3,00 ⁰	1,81 ⁰
HgbI	1,44 ⁰	2,55 ⁰	2,03 ⁰
30 kg/ha N	0,99 -	1,43 -	1,11 -
ESx	0,349*	0,643*	0,318*
CV%	12	13	11

Prueba de Dunnett según Garaux 1983 al 5%:

⁰ no significativamente diferente;

+ significativamente diferente superior;

- significativamente inferior.

LITERATURA CITADA

- GRAHAM, P. H. 1981. Some problems of nodulation and symbiotic nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris*: A review. *Field Crops Res.* 4:93-112.
- GRAHAM, P. H.; HALLIDA, J. 1977. Inoculation and nitrogen fixation in the genus *Phaseolus*. *Publ.* 145:313-334.
- GRAHAM, P. H. 1990. Problemas de la nodulación y la fijación de nitrógeno en *Phaseolus vulgaris* L.: Una Revolución.
- HERNÁNDEZ, A.; BOSCH, D.; CAMACHO, E. 1968. Clasificación de los suelos de Cuba. Edit. Academia, La Habana, Cuba. 28 p.
- HERNÁNDEZ, G.; GUZMÁN, J.J.; HERNÁNDEZ, S. 1987. Experimental selection and use of native *Rhizobium phaseoli* strains under production conditions in Cuba. *Proc. Of the 9th Int. Symp. on Soil Biol. and Conser. Of Biosphere* Ed. J. Szegi Akadémiai Kiado Budapest. p 82-87.
- HERNÁNDEZ, G.; DREVON, J.J. 1990. Influence of oxygen and acetylene during in situ open-flow assays of nitrogenase activity (C₂H₂ Reduction) in *Phaseolus vulgaris* Root Nodule. *J. Plant Physiol.* p. 55-58.
- HERNÁNDEZ, G.; A. GONZÁLEZ; TOSCANO, V. 1993. Use and production of *Rhizobium* inoculants for *Phaseolus vulgaris* in Cuba. *Proceeding of second international scientific meeting.* Ed. W. M. Roca, J. E. Maver. M. A.; Pastor-Corrales and J. Tohme. CIAT. pp. 396-401.
- HERNÁNDEZ, G.; GONZÁLEZ A.; ALMAGUER, N. 1995. Inoculación de frijol común con bajas dosis de nitrógeno en tres tipos de suelos en Cuba. *Inf. Tema investigación presentado ante el Consejo Científico del Instituto de Suelos.* 35 p.
- HERNÁNDEZ, G.; BRUNET, E.; RAMOS, M.A.; SÁNCHEZ, T. 1996. Informe del período 93-96 del Programa Mejoramiento de la fijación simbiótica del nitrógeno en el frijol común en la República de Cuba. *Inf. Trienio PROFRIJOL.*
- HERNÁNDEZ, G.; MÉNDEZ, N.; TOSCANO, V.; MULLINGS, M.; HERNÁNDEZ, M. 1997. Evaluación de la capacidad real para fijar nitrógeno por las variedades de frijol, mediante el uso del isótopo estable ¹⁵N mediante ensayos estacionarios. *In: Resúmenes del taller regional para América Latina y el Caribe organizado por la OIEA y el MINAG.* La Habana. p.
- JACKSON, M. L. 1958. *Soil chemical analysis.* Edit. Prentice-Hall, Inc. de Englewood Cliffs, N. J., 662 p.