

Nota Técnica

RESPUESTA DE DOS VARIEDADES DE *Phaseolus vulgaris* A LA INOCULACION Y A LA FERTILIZACION CON N Y Mo EN UN INCEPTISOL DE UPALA, ALAJUELA¹

Ronald Vargas *
Oscar Acuña *

ABSTRACT

Response of two *Phaseolus vulgaris* varieties to seed inoculation, N and Mo in a Inceptisol from Upala, Alajuela. The effects of seed inoculation with *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli*, soil fertilization with N (30 and 80 kg N/ha), and soil application of the fungicide Terraclor Super X+Mo on N fixation and total yield of two common bean varieties (Talamanca and Mexico-80) were evaluated. Dry weight of foliar tissue and nodules of 10 plants were determined at 50% flowering. Grain production was evaluated at harvest. Talamanca produced more foliar tissue than Mexico-80; this trend was also observed in yield production. Foliar dry weight for both varieties was higher when inoculated. Foliar dry weight was enhanced in Talamanca when Terraclor Super X+Mo was applied to soil. A similar pattern was observed in both varieties when 80 kg N/ha were added. Nodule dry weight was reduced significantly in both varieties when 80 kg N/ha were applied, in comparison with 30 kg N/ha. Total N content was higher when bean seeds were inoculated. This effect was enhanced when combined with Terraclor Super X+Mo application. Total yield was maximum when seeds were inoculated and the results being similar to those obtained when 80 kg N/ha were applied. The results indicate a beneficial effect of seed inoculation on common bean development and yield.

INTRODUCCION

Indiscutiblemente el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), constituye un componente indispensable en la dieta latinoamericana como fuente de proteínas que se complementa con cereales, como el maíz (Bazán, 1974). De esta manera, son

muchos los trabajos que se realizan con el objeto de aumentar sus rendimientos. Uno de los aspectos de mayor interés es el relacionado con la fertilización, debido a que la mayoría de los suelos utilizados para este cultivo son frecuentemente deficientes en N y P, principalmente (Bressani *et al.*, 1973): Por esta razón se ha explorado si la fijación biológica puede garantizar al cultivo un porcentaje alto del N necesario para su desarrollo.

Corella (1982) obtuvo un mayor rendimiento del frijol (var. Jamapa) cuando adicionó 120 kg N/ha, mientras que Chacón (1961) observó que aplicando 150 kg N/ha se obtenían los mayores rendimientos.

1/ Recibido para publicación el 8 de junio de 1989.
* Laboratorio de Microbiología de Suelos, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. El primer autor es miembro del Programa Financiero de Apoyo a Investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.

Otros investigadores afirman que la fijación simbiótica puede suministrar la mayor parte del N requerido por el cultivo. Quirce (1960) obtuvo los mayores rendimientos en frijol cuando aplicó la dosis de 30 kg N/ha e inoculó con una cepa de *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli*. En otros experimentos (Soto, 1961; Valverde, 1979), no se ha encontrado diferencias significativas en materia seca, número de nódulos y producción total, entre tratamientos inoculados con *Rhizobium phaseoli* y no inoculados, debido a la presencia de cepas nativas muy eficientes en el suelo, o a los altos contenidos de materia orgánica.

Hay otros aspectos que tienen un papel importante en la formación y desarrollo del nódulo, entre estos está la aplicación de elementos menores, especialmente el Mo, lo mismo que el uso de algunos plaguicidas que protegen la germinación y el desarrollo radical del ataque de patógenos del suelo.

Trigoso y Fassbender (1973) encontraron que la cantidad de N fijado y absorbido por la planta fue afectada positivamente por la aplicación de Ca y Mo.

Franco y Day (1980) observaron un aumento en el peso de nódulos y en el N total cuando adicionaron fertilizantes conteniendo Mo, siempre y cuando el pH fuera superior a 6.

La presente investigación tuvo como objetivo el evaluar el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* en semillas de frijol y de las aplicaciones de N y Mo sobre la fijación de N y la producción de 2 variedades de frijol común.

MATERIALES Y METODOS

Este experimento se llevó a cabo bajo condiciones de campo en el cantón de Upala, provincia de Alajuela; zona con una precipitación y una temperatura promedio de 3000 mm y 25°C, respectivamente. El suelo está clasificado como Typic Eutropept y sus características químicas aparecen en el Cuadro 1. Las variedades de frijol común que se sembraron fueron la México-80 (de ciclo corto) de color rojo y la Talamanca (de ciclo largo) de color negro, ambas arbustivas.

El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar con un arreglo factorial de 2x2x2x2, con 4 repeticiones; donde los tratamientos fueron 2 variedades de frijol, con y sin

Cuadro 1. Caracterización físico-química del suelo experimental del cantón de Upala, Alajuela, clasificado como Typic Eutropept.

C.I.C.	pH M.O.		cmol (+)/kg					mg/g			
	H ₂ O	%	K	Ca	Mg	Al	P	Fe	Cu	Zn	Mn
22,59	6,2	6,59	0,68	16,2	4,6	0,11	15	45	12,7	5,5	19,7
	% Arena		% Limo		% Arcilla		Nombre textural				
	27		43		36		Franco Arcilloso				

inoculación con *R. leguminosarum* biovar *phaseoli*, con y sin N y, con y sin Terraclor Super X+Mo.

El inóculo bacteriano fue preparado en el Laboratorio de Microbiología de Suelos del Centro de Investigaciones Agronómicas, empleando suelo de turba como acarreador y la cepa de *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* CR-406 proveniente del CIAT, Colombia. La inoculación se realizó antes de la siembra, mezclando el inoculante con la semilla mediante el empleo de goma arábica como adherente.

Todos los tratamientos recibieron una dosis general de 30 kg N/ha, excepto las parcelas del tratamiento con fertilización nitrogenada a las que se les adicionó 80 kg N/ha, usando como fuente Sulfato de Amonio.

También, todos los tratamientos incluyeron una dosis general de P, a razón de 120 kg P₂O₅/ha usando como fuente Triple Superfosfato. Para aquellos tratamientos que llevaron PCNB + Mo se adicionó 87 g por parcela del producto comercial Terraclor Super X+M0 (Olin Corporation, S.L., Mni., USA).

Los parámetros evaluados fueron el peso seco de nódulos, peso seco de la parte aérea y N total del follaje al 50% de la floración, lo mismo que la producción total a la cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso seco de las plantas

Como se observa en el Cuadro 2, la variedad Talamanca produjo significativamente más materia seca (50,85 g) que la México-80 (43,88 g) al 50% de la floración. El mayor peso seco se obtuvo cuando se inocularon las semillas con *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* (52,20 g). Al evaluar la interacción entre variedades por

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos sobre el peso seco foliar, peso seco de nódulos y contenido de N-total de 10 plantas de frijol al 50% de floración y sobre la producción total a la cosecha.

Tratamiento	Peso seco foliar (g)	Peso seco nódulos (mg)	N-total (%)	Producción (g/ha)
Variedad				
Talamanca	50,85	150	1,60	2549
México-80	43,88	160	1,42	1515
Inoculación				
+ <i>Rhizobium</i>	52,19	180	1,75	2152
- <i>Rhizobium</i>	42,55	130	1,29	1912
Fertilización				
80 g N/ha	52,28	20	1,72	2141
30 g N/ha	42,45	290	1,31	1922
Fungicida				
+ Terraclor Super X + Mo	46,73	140	1,45	2049
- Terraclor Super X + Mo	48,00	170	1,56	2015

Cuadro 3. Efecto de la interacción de variedades x Terraclor Super X + Mo sobre el peso de 10 plantas de dos variedades de frijol cosechadas al 50% de la floración.

Tratamientos	Variedades	
	Talamanca	México-80
P ₂ O ₅ + Terraclor Super X + Mo	55,49 ^a	39,20
P ₂ O ₅ - Terraclor Super X + Mo	47,47	48,55

^a Valores promedio en gramos.

Cuadro 4. Efecto de la interacción nitrógeno x Terraclor Super X + Mo sobre el peso seco de 10 plantas de frijol muestreadas al 50% de la floración.

Tratamientos	Dosis de nitrógeno (g/ha)	
	30	80
+ Terraclor Super X + Mo	39,96 ^a	58,51
- Terraclor Super X + Mo	49,95	46,07

^a Valores promedio en gramos.

Terraclor Super X+Mo se obtuvo un efecto altamente significativo y positivo cuando se aplicó el tratamiento a la variedad Talamanca (55,49 g), mientras que la variedad México-80 disminuyó su peso (39,20 g) (Cuadro 3).

También existió una interacción altamente significativa entre la aplicación de N y el Terraclor Super X+Mo. El mayor peso seco (58,51 g) se presentó cuando se aplicó el fungicida y una dosis de 80 kg N/ha, mientras que el menor peso se observó cuando se usó la dosis de 30 kg N/ha (39,96 g), según se muestra en el Cuadro 4.

Estos resultados señalan un efecto benéfico del Terraclor Super X+Mo y la dosis de 80 kg N/ha sobre la producción del follaje al 50% de la floración. Un suministro adecuado de N y Mo

resultaron por tanto en un mejor aprovechamiento y crecimiento foliar.

Los tratamientos restantes, así como sus interacciones, no mostraron diferencias significativas.

Peso seco de nódulos

El peso seco de nódulos fue significativamente superior ($P < 0,05$) cuando se adicionaron 30 kg N/ha (2,90 g). El menor peso seco de nódulos se obtuvo al adicionar 80 kg N/ha (0,20 g) (Cuadro 2). Las altas dosis de N de fertilizantes provocaron un efecto desfavorable sobre la colonización, infección y nodulación del *Rhizobium*. La disponibilidad de N en la solución del suelo inhibe dichos procesos pues se favorece su absorción

directa, por lo que la planta no está obligada a invertir energía para la manutención de la relación simbiótica. Las bajas dosis de N, por el contrario, favorecen la relación simbiótica ya que la planta no cuenta con suficiente elemento disponible para cubrir sus necesidades.

N total al 50% de la floración

La cantidad de N total fue significativamente mayor ($P < 0,05$), cuando se inocularon las semillas con *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* que cuando no se inocularon. El nivel aumentó de 1,29% a 1,75% lo que indica claramente una mayor eficiencia en el aprovechamiento del N por parte de la planta cuando se inoculó.

También se obtuvo una respuesta altamente significativa cuando se evaluó la interacción entre la inoculación y la adición de Terraclor Super X+Mo. El mayor contenido de N se presentó cuando se inoculó y se agregó el fungicida. Por el contrario, la menor cantidad de N se observó cuando no se inoculó y se aplicó Terraclor Super X+Mo (Cuadro 5).

Estos resultados demuestran el efecto favorable de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* sobre las plantas de frijol, ya que con la inoculación se aumentó el contenido de N del follaje. La adición de Terraclor Super X+Mo aumentó aún más el contenido de N debido a que el Mo es un elemento básico en el proceso de la fijación biológica de N.

Producción total

Los mayores rendimientos se obtuvieron con la variedad Talamanca (2549 kg/ha, Cuadro 2), y en promedio, al inocular las semillas con *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* se obtuvieron mayores rendimientos (2152 kg/ha).

Sin embargo, fueron comparables (2141 kg/ha) a los obtenidos con la aplicación de 80 kg N/ha.

Por otro lado, se observó una respuesta varietal a la inoculación; cuando no se inoculó la variedad Talamanca, el rendimiento aumentó. Sin embargo, la inoculación de la variedad México-80 aumentó la producción (Cuadro 6).

RESUMEN

Se estudió el efecto de la inoculación de semillas de frijol común con *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli*, de 2 dosis de N (30 y 80 kg N/ha) y la presencia o ausencia del fungicida Terraclor Super X+Mo en 2 variedades de frijol: Talamanca (color negro y ciclo largo) y México-80 (color rojo y ciclo corto), sobre la fijación de N y la producción. Al 50% de la floración se evaluó el peso seco de la parte aérea y de los nódulos de 10 plantas, lo mismo que el N total. A la cosecha se evaluó la producción de grano. El peso seco de las plantas inoculadas fue mayor que cuando no se inocularon. La adición de Terraclor Super X+Mo aumentó el peso seco en Talamanca, y en ambas variedades cuando se aplicó junto con la dosis de 80 kg N/ha. El peso seco de nódulos se redujo significativamente en las 2 variedades cuando se adicionó la dosis de 80 kg N/ha, en relación con la de 30 kg N/ha. El contenido de N total fue superior cuando se inoculó, con respecto a los otros tratamientos, y este mismo efecto se observó cuando se inoculó junto con la aplicación del Terraclor Super X+Mo. La producción total fue mayor cuando se inoculó y fue comparable a las aplicaciones de 80 kg N/ha. Los resultados demuestran un efecto favorable de la inoculación sobre el desarrollo y producción en el cultivo del frijol.

Cuadro 5. Efecto de la interacción *Rhizobium* x Terraclor Super X + Mo sobre el nitrógeno total al 50% de la floración en diez plantas de frijol.

Tratamientos	<i>Rhizobium</i>	
	Con inóculo	Sin inóculo
P ₂ O ₅ + Terraclor Super X + Mo	1,73 ^a	1,20
P ₂ O ₅ - Terraclor Super X + Mo	1,77	1,38

^a Valores promedio en gramos.

Cuadro 6. Efecto de la interacción variedad x *Rhizobium* sobre la producción total en frijol.

Variedad	<i>Rhizobium</i>	
	Con inóculo	Sin inóculo
Talamanca	2299,81 ^a	2639,02
México-80	1524,74	1505,01

^a Producción total en kg/ha.

LITERATURA CITADA

- BAZAN, R. 1974. Fertilización con nitrógeno y manejo de leguminosas de grano en América Central. *In* Manejo de suelos en América Tropical Ed. por E. Bornemisza y A. Alvarado. North Carolina State University, University Consortium on Soils of the Tropics. U.S.A. p. 234-252.
- BRESSANI, R.; FLORES, M.; ELIAS, L. 1973. Acceptability and values of food legumes in the human diet. *In* CIAT, Seminar on potentials of field beans and other food legumes in Latin America. Cali, Colombia. p. 17-48.
- CHACON, M. 1961. Investigaciones sobre la fertilización nitrogenada y la inoculación en frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing.Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 72 p.
- CORELLA, J. 1982. Respuesta del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a la fertilidad nitrogenada y fosfórica en un Typic Eutrocept de Costa Rica. *In* Reunión Anual del PCCMCA. (28., 1982, San José). San José, Costa Rica. p. 7.
- FASSBENDER, H. 1967. La fertilización del frijol (*Phaseolus* sp.). Turrialba 17(1):46-52.
- FRANCO, A.; DAY, A. 1980. Effect of the lime and molybdenum on nitrogen fixation of bean in Brazil. Turrialba 30(1):97-105.
- GRAHAM, P.; ROSAS, J. 1979. Phosphorous fertilization and symbiotic nitrogen fixation in common beans. *Agronomy Journal* 71:925-926.
- QUIRCE, O. 1960. Ensayo de fertilización N-P-K-Ca e inoculación en frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing.Agr. San José, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 67 p.
- SOTO, E. 1961. La fijación del nitrógeno atmosférico por *Rhizobium*, fósforo y potasio. Tesis Ing.Agr. San José, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 96 p.
- TRIGOSO, R.; FASSBENDER, H.W. 1973. Efecto de la aplicación de Ca+Mg, P, Mo y B sobre la producción y fijación de nitrógeno de cuatro leguminosas tropicales. Turrialba 23(2):172-180.
- VALVERDE, E. 1979. *Rhizobia* inoculation and nitrogen fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis Mag.Sc. Florida, Miami, University of Florida. 61 p.