

6. Perrin et al. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Foll. No. 28; CIMMYT, México.

7. Sánchez, P. 1981. Suelos del trópico: característica y manejo. IICA, San José, Costa Rica.

EVALUACION DE LA INOCULACION CON TRES CEPAS SELECCIONADAS DE *Rhizobium leguminosarum* BV. *Phaseoli* EN FRIJOL COMUN¹

O. Acuña, L. Uribe²

INTRODUCCION

El frijol constituye una de las leguminosas comestibles más importantes, por ser un complemento nutricional indispensable en la dieta de los pobladores de nuestra región.

Debido al alto costo de los fertilizantes nitrogenados, una buena opción para incrementar la rentabilidad de este cultivo es mejorar la capacidad simbiótica del frijol con *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli*.

Varios resultados demuestran, sin embargo, que existe potencial para el incremento de la fijación de nitrógeno en este cultivo con una adecuada combinación entre cepas y cultivares (Paulini et al, 1969; Westermann et al, 1981; Rennie y Kemp, 1983a; 1983b; Rosas y Bliss 1986a; 1986b; Lalande et al, 1990; Uribe et al, 1990; CIAT/PROFRIJOL, 1991). En dichos estudios se encontró hasta 100 kg/ha⁻¹ de nitrógeno fijado; en contraste con valores de 40 kg/ha⁻¹ informados anteriormente. Los bajos niveles fijación obtenidos se deben probablemente al uso de combinaciones ineficientes de cepas y cultivares de frijol, a condiciones ambientales adversas (Rennie y Kemp

1983a; 1983b) y a la presencia en los suelos de cepas nativas inefectivas y muy competitivas.

Una alternativa para los suelos que contienen poblaciones de *Rhizobium* es utilizar inoculantes a base de cepas nativas adaptadas al ambiente (Meade et al, 1985), así como el uso de combinaciones de cepas de *Rhizobium* y variedades de frijol compatibles y capaces de establecerse bajo las condiciones edáficas y ambientales del sitio de siembra.

En 1990 se inició un proyecto de investigación financiado por Profrijol/CIAT bajo el auspicio de la Corporación Suiza para el Desarrollo (COSUDE), en el que se realizaron investigaciones para la preselección, selección de cepas y evaluación de viveros regionales.

Los resultados hasta ahora obtenidos han demostrado que la F.B.N. es una estrategia viable para incrementar la producción, además, es de bajo costo y contribuye a la sostenibilidad producción de los cultivos.

Hace falta, sin embargo, continuar con la selección de cepas promisorias, a fin de disponer de un germoplasma adecuado para la región y evaluar líneas o variedades con alto potencial.

MATERIALES Y METODOS

Para conocer el potencial de tres cepas seleccionadas en frijol, se sembró un experimento a nivel de finca en la

1. Financiado por PROFRIJOL/CIAT con fondos de COSUDE.

2. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.

localidad de Puriscal y dos en la localidad de Los Chiles. Estas son zonas consideradas como muy productoras de frijol en Costa Rica y se caracterizan por poseer suelos clasificados como ultisoles, con bajo pH y poca disponibilidad de nutrientes, así como de fuerte pendiente. La variedad de frijol utilizada en el experimento de Puriscal fue la Talamanca, mientras que en Los Chiles se emplearon la Brunca y una Criolla.

Se prepararon inoculantes a base de turba con las tres cepas seleccionadas como promisorias en los ensayos realizados el año anterior en cada zona, la CR 477, CIAT 151 y CIAT 613 para el ensayo de Puriscal y la CR 477, CIAT 613 y Kim 5 para los de Los Chiles. Estos se aplicaron a razón de 1 g de inoculante por metro lineal.

Además de los tratamientos de inoculación, se tuvieron dos testigos, uno sin inoculación y otro sin inoculación y fertilizado con 150 kg N/ha, usando como fuente Urea.

La parcela experimental consistió de 6 surcos de 4 m de largo, separados 0.5 m. La distancia entre plantas fue de 0.2 m. La siembra se realizó a espeque, colocando dos semillas por golpe. Todas las parcelas se fertilizaron con 100 kg de P₂O₅/ha, se usó como fuente Triple Superfosfato.

El diseño experimental usado fue el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

En la etapa de desarrollo R7 se muestrearon cinco plantas por parcela y se evaluó el peso seco de nódulos, peso seco de la parte aérea y contenido de nitrógeno foliar. A la cosecha se midió el rendimiento por parcela útil.

RESULTADOS Y DISCUSION

Variedad Talamanca

En el Cuadro 1 se observan los valores de peso seco de la parte aérea, peso seco de nódulos y contenido de nitrógeno en la etapa de desarrollo R7 y rendimiento del frijol para cada tratamiento analizado en el experimento sembrado en Puriscal con la variedad Talamanca.

El tratamiento inoculado con la cepa CR 477 presentó el valor más alto seguido de la cepa CIAT 613. La cepa CIAT 151 y el testigo con nitrógeno presentaron los valores más bajos.

La inoculación con la cepa CR 477 mostró el mayor peso seco de nódulos. Los demás tratamientos, incluyendo los testigos, se ubicaron dentro de un mismo grupo estadístico, con valores inferiores.

Con la variable de contenido de nitrógeno se obtuvo la misma respuesta a la inoculación con la cepa CR 477.

A pesar de que el experimento se vio afectado por factores ambientales que limitaron el desarrollo del cultivo, especialmente por exceso de lluvias, se logró llevar hasta cosecha, aún con rendimientos muy bajos. Se obtuvo respuesta altamente significativa entre el tratamiento inoculado con la cepa CR 477 y los demás tratamientos. La inoculación con esta cepa presentó mayor rendimiento.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este experimento, se obtuvo respuesta favorable a la inoculación con

Cuadro 1 Respuesta de *Phaseolus vulgaris* var Talamanca a la inoculación con 3 cepas promisorias de *Rhizobium* en la localidad de Puriscal, 1992.

TRATAMIENTO	PESO AEREO*	PESO NODULOS**	N TOTAL	RENDIMIENTO**
	(g/5 plantas)	(mg/5 plantas)		(Kg/Ha)
CR 477	26.7 a	127 a	710	792.0 a
CIAT 613	21.3 ab	42 b	548	397.3 b
CIAT 151	19.6 b	37 b	488	497.3 b
N-	21.1 ab	51 b	508	290.7 b
N+	16.5 b	23 b	446	457.3 b
CV	11.7 %	47.5 %	17.9 %	18.31 %

Letras diferentes implican diferencias significativas según Tukey al 5%.

N- control sin inocular
 N+ control al que se aplicó
 * significativo al 5%
 ** significativo al 1%

la cepa CR 477 en todas las variables evaluadas. También se encontró que el suelo donde se sembró clasificado como ultisol, no había alta población de cepas nativas, reflejado esto en la poca nodulación del tratamiento testigo.

Se deben validar los resultados obtenidos con la cepa CR 477 en esta localidad y con la variedad de frijol Talamanca para así corroborar la respuesta obtenida, especialmente en el rendimiento del frijol.

Variedad Brunca

El tratamiento inoculado con la cepa CR 477 presentó el mayor peso seco de la parte aérea, seguido del testigo fertilizado con 150 kg N/ha. El menor valor se obtuvo con el tratamiento sin inoculación (Cuadro 2).

Los mayores pesos de nódulos se obtuvieron en las parcelas inoculadas con las cepas CR 477 y CIAT 613. El tratamiento sin inoculación mostró un peso de nódulos menor, valor que no fue estadísticamente diferente al obtenido en el tratamiento con nitrógeno y con la cepa Kim 5. Esto demuestra una pobre población de cepas nativas en el suelo utilizado y la no respuesta a la inoculación con la cepa Kim 5 bajo las condiciones en que se realizó el experimento.

El tratamiento fertilizado con nitrógeno y el inoculado con la cepa CR 477 presentaron los mayores contenidos de N. Nuevamente se observa que el tratamiento testigo presentó el valor más bajo. La inoculación con las otras cepas no favoreció el contenido de N en las plantas de frijol (Cuadro 2).

La fertilización nitrogenada y la inoculación con la cepa CR 477 presentaron los mayores rendimientos. La

inoculación con las otras cepas no favoreció el rendimiento del frijol, por lo que hasta el momento no se pueden recomendar en siembras comerciales realizadas con la variedad Brunca en la localidad antes mencionada.

Variedad Criolla

El mayor peso seco de la parte aérea se obtuvo con el tratamiento fertilizado con N, seguido del inoculado con la cepa CR 477, aunque este valor no difiere de los demás tratamientos.

Los tratamientos inoculados con las cepas CR 477 y CIAT 613 presentaron los mayores valores de peso seco de nódulos. La fertilización con N afectó la nodulación.

Cuando se evaluó el efecto de los tratamientos sobre el contenido foliar de N se encontró que éste fue mayor con la fertilización nitrogenada. Dentro de los tratamientos de inoculación la cepa CR 477 mostró los mayores valores, pero no se diferenció del testigo (Cuadro 3).

La mayor producción de frijol se obtuvo con el tratamiento inoculado con la cepa CR 477, seguido del tratamiento fertilizado. La menor producción se tuvo con el tratamiento testigo. No se obtuvo una respuesta favorable sobre el rendimiento con la inoculación de las cepas CIAT 613 y Kim 5.

El rendimiento obtenido con la cepa CR 477 no difiere estadísticamente del fertilizado, favoreciendo así el rendimiento en unos 500 kg/ha cuando se compara con el testigo (Cuadro 3).

Se demuestra que hay una respuesta diferencial entre las cepas inoculadas y la variedad de frijol empleada, de allí

Cuadro 2 Respuesta de *Phaseolus vulgaris* var *brunca* a la inoculación con 3 cepas promisorias de *Rhizobium* en la localidad de El Parque, San Carlos, 1992.

TRATAMIENTO	PESO AEREO*	PESO NODULOS**	N TOTAL**	RENDIMIENTO*
	(g/5 plantas)	(mg/5 plantas)		(Kg/Ha)
CR 477	31.4 a	86 a	831 a	1660.2 a
CIAT 613	20.2 bc	58 a	458 b	858.0 b
KIM 5	17.0 c	16 b	393 b	929.5 b
N-	16.8 c	9 b	392 b	1036.8 b
N+	28.7 ab	17 b	847 a	1800.2 a
CV	29.1%	33.6%	28.1%	17.2%

Letras diferentes implican diferencias significativas según Tukey al 5%.

N- control sin inocular
 N+ control al que se aplicó
 * significativo al 5%
 ** significativo al 1%

que se recomienda continuar estudios destinados a la obtención de una buena respuesta entre cepas recomendadas en las variedades utilizadas por los agricultores.

BIBLIOGRAFIA

1. CIAT. 1988. Manual de métodos. Cali, Colombia. CIAT. 178 p.
2. CIAT/PROFRIJOL. 1991. Informes anuales Abril 1990-Marzo 1991. Documento de Trabajo N 91/2. Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centro América, México y el Caribe. Panamá. 369 p.
3. Lalonde, R.; Bigwaneza, P.C.; Antoun, H. 1990. Plant and Soil 121:41-46.
4. Meade, J.; Higgins, P.; O. Gara, F. 1985. Appl. Environ. Microbiol. 49:899-903.
5. Paulini, A.E.; Pessanha, G.G.; Groszmann, A. 1969. Agronomía 27(3-4):61-70.
6. Rennie, R.J.; Kemp, G.A. 1983a. Agron. J. 75:640-644.
7. -----, 1983b. Agron. J. 75:645-649.
8. Rosas, J.R.; Bliss, F. 1986a. Ceiba 27 (1): 105-116.
9. -----, 1986b. Ceiba 27 (1): 245-259.
10. Somasegaran, P.; Hoben, J.H. 1985. Mircen. Paia, Hawaii. 367 p.
11. Uribe, L.; Acuña, O.; Hernández, G. 1990. Agronomía Costarricense 14:201-206.
12. Westermann, D.T.; Kleinkopf, G.E.; Porter, L.K.; Leggett, G.E. 1981. Agron. J. 73:661-664.

Cuadro 3 Respuesta de *Phaseolus vulgaris* var criolla a la inoculación con 3 cepas promisorias de *Rhizobium* en la localidad de El Parque, San Carlos, 1992.

TRATAMIENTO	PESO AEREO (g/5 plantas)	PESO NODULOS** (mg/5 plantas)	N TOTAL**	RENDIMIENTO** (Kg/Ha)
CR 477	19.5	49 a	529 ab	1538.0 a
CIAT 613	11.9	34 ab	300 b	1050.8 b
KIN 5	13.5	17 bc	271 b	1020.5 b
N-	11.1	14 bc	236 b	1003.8 b
N+	24.6	4 b	686 a	1413.0 ab
CV	41.4%	54.5 %	36.8 %	17.3%

Letras diferentes implican diferencias significativas según Tukey al 5%.

N- control sin inocular
 N+ control al que se aplicó
 * significativo al 5%
 ** significativo al 1%