

# EFEITO DA INOCULAÇÃO COM RIZÓBIO E DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SETE CULTIVARES DE FEIJÃO EM SOLO DE CERRADO<sup>(1)</sup>

J. R. R. PERES<sup>(2)</sup>, A. R. SUHET<sup>(2)</sup>, I. C. MENDES<sup>(2)</sup> & M. A. T. VARGAS<sup>(2)</sup>

## RESUMO

Foram desenvolvidos três experimentos de campo, em 1985-87, visando avaliar a resposta à inoculação e à adubação com nitrogênio, das sete cultivares de feijão seguintes: Carioca, Rio Tibage, CNPAF-178, Negro Argel, CNF-10, CNF-2234 e Capi-xaba Precoce. As estirpes de rizóbio utilizadas nos inoculantes contribuíram para aumentar o rendimento de grãos do feijoeiro, promovendo ganhos médios que variaram de 63 a 290 kg/ha, em relação a plantas não inoculadas. As cultivares Carioca e Negro Argel apresentaram as maiores respostas à inoculação e o CNF-10, as menores. Os ganhos com a adubação nitrogenada, em níveis que variaram de 70 a 100 kg/ha de N, foram superiores aos obtidos com a inoculação, evidenciando a importância da continuidade dos trabalhos de seleção de estirpes com maior eficiência fixadora de nitrogênio

**Termos de indexação:** rizóbio, eficiência, fixação biológica do N<sub>2</sub>, feijoeiro, cultivares, cerrado.

## SUMMARY: *EFFECT OF INOCULATION WITH RHIZOBIUM AND NITROGEN FERTILIZATION ON SEVEN DRY BEAN CULTIVARS IN A CERRADO SOIL*

*Three field experiments were carried out in 1985, 1986 and 1987, in order to study the response of seven dry bean cultivars to inoculation and nitrogen fertilization. The Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli strains used in the inoculants promoted a considerable increase in the dry bean grain yield, with gains from 63 to 290 kg/ha as compared to non-inoculated plants. The cultivars Carioca and Negro Argel showed the highest response to inoculation while CNF-10 was the one with smallest gains. Yield increases with nitrogen fertilizers were higher than the ones obtained with inoculation, indicating the importance of the Rhizobium strain selection work for obtaining strains with high nitrogen fixation efficiency.*

*Index terms:* Rhizobium, efficiency, biological N<sub>2</sub> fixation, common beans.

## INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro é de grande expressão para a região dos Cerrados, cuja área cultivada, em 1990,

foi de 801.674 ha, alcançando 431.628 t (Pereira et al., 1992), o que representa uma produtividade média de 538 kg/ha. Grande parte dessa produção é oriunda de pequenas propriedades, onde a utilização de insu-

<sup>(1)</sup> Trabalho apresentado no XXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Porto Alegre, 21 a 27 de julho de 1991. Recebido para publicação em dezembro de 1993 e aprovado em outubro de 1994.

<sup>(2)</sup> Pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC/EMBRAPA), Caixa Postal 08223, 73301-970, Planaltina (DF).

mos é pequena, e a produtividade, baixa. Entre outros nutrientes, tem-se verificado que os solos dos Cerrados são pobres em nitrogênio (Suhet et al., 1986). Assim, sendo o feijoeiro uma leguminosa que forma uma associação simbiótica mutualística com estirpes de *Rhizobium* (Rennie & Kemp, 1983; Duque et al., 1985), a prática da inoculação das sementes representa uma alternativa de baixo custo para aumentar os níveis de produtividade da planta.

O potencial da bactéria em fixar o  $N_2$  atmosférico, é considerado alto, sendo citadas as respostas do feijoeiro à inoculação em condições de campo (Saito, 1982; Duque et al., 1985; Vargas et al., 1990, 1991).

A existência de variabilidade genética entre as cultivares de feijão, quanto à capacidade de absorção de N mineral do solo, o ciclo do cultivar e o suprimento de carbono para os nódulos (Graham, 1981), podem ser indicativos da existência de plantas com comportamento distinto quando inoculadas com rizóbio.

Neste trabalho, avaliou-se a resposta a três inoculantes e a três doses de uréia em sete cultivares de feijão.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram desenvolvidos três experimentos, em 1985-87, no campo experimental da EMBRAPA/CPAC, Planaltina (DF), num latossolo vermelho-amarelo, de textura franco-argilosa, em áreas de primeiro ano de cultivo, em condições de sequeiro (semeadura em fevereiro ou março). A ocorrência de chuvas, durante os experimentos, está mostrada na figura 1. As propriedades químicas dos solos nas áreas dos experimentos de 1985 e 1986 foram: pH 5,4;  $3,0 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$  de  $Al^{3+}$ ;  $2,0 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$  de  $Ca^{2+}$ ;  $1,8 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$  de  $Mg^{2+}$ ;  $0,3 \text{ mg dm}^{-3}$  de P e  $20,0 \text{ mg dm}^{-3}$  de K; e as da área de 1987: pH 4,8;  $6,2 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$  de  $Al^{3+}$ ;  $2,9 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$  de  $Ca^{2+}$ ;  $3,9 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$  de  $Mg^{2+}$ ;  $0,9 \text{ mg dm}^{-3}$  de P e  $37,0 \text{ mg dm}^{-3}$  de K. As análises químicas foram feitas conforme Brasil (1966) e a calagem, com 2 t/ha de calcário dolomítico (dose com base em PRNT = 100%), sendo o calcário incorporado com arado de disco. A adubação para os dois primeiros experimentos foi de 240 e 40 kg/ha de  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  e FTE BR-12 respectivamente. Para o terceiro experimento, aplicaram-se 240 kg/ha de  $P_2O_5$  e 40 kg/ha de  $K_2O$ . As fontes dos adubos foram o superfosfato simples e o cloreto de potássio. A calagem e a adubação a lanço foram efetuadas no mesmo dia, em 22/2/85, 26/2/86 e 4/2/87 para os três experimentos, sendo as datas de plantio: 5/3/85, 8/4/86 e 16/2/87.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, três repetições, tratamentos nas parcelas principais e cultivares nas subparcelas. Essa disposição foi escolhida por facilitar a montagem e condução dos experimentos, diminuindo os riscos de contaminação. As subparcelas possuíam uma área de  $12 \text{ m}^2$  e foram espaçadas de 1,0 m entre si. Os tratamentos foram os seguintes:

testemunha (sem inoculação e sem nitrogênio); com inoculação (sem nitrogênio); com nitrogênio (sem inoculação). As estirpes de rizóbio utilizadas nos inoculantes foram: DF H-6 + CENA C-05 (1985); CENA C-05 + CPAC V-23 (1986) e CPAC V-23 + UMR 1135 (1987). Os inoculantes foram produzidos com turfa autoclavada, sendo o pH corrigido para 6,5. As bactérias foram crescidas em meio com extrato de levedura e manitol (Vincent, 1970) a  $30^\circ\text{C}$  por seis dias e misturadas com a turfa seca para atingir a umidade de 45%. O inoculante foi estocado em condições ambientais por 21 dias, efetuando-se as contagens de células e armazenamento a  $4^\circ\text{C}$  até o seu uso. As contagens apresentaram valores (método de infecção em plantas, NMP) de  $7 \times 10^7$  a  $3,4 \times 10^8$  células/grama. A inoculação foi efetuada na proporção de 1 kg do inoculante para 40 kg de sementes, empregando-se água açucarada (25% de sacarose) para preparar a pasta de inoculante (Vargas & Suhet, 1980). O nitrogênio foi aplicado sob a forma de uréia, nas doses de 70, 100 e

**Quadro 1. Número médio de nódulos por planta, aos 12 dias após a emergência de sete cultivares de feijão, em função da inoculação e adubação nitrogenada. Dados médios de três repetições**

Cultivar	Tratamento <sup>(1)</sup>	Nódulos/planta		
		1985	1986	1987
Carioca	Testemunha	7b	1b	4b
	Inoculado	42a	37a	27a
	Nitrogênio	8b	2b	2 b
Rio Tibagi	Testemunha	8b	2b	4b
	Inoculado	21a	22a	19a
	Nitrogênio	3b	2b	2b
CNPAF-178	Testemunha	7b	1b	2b
	Inoculado	35a	25a	21a
	Nitrogênio	10b	1b	1b
Negro Argel	Testemunha	10b	1b	4b
	Inoculado	38a	44a	20a
	Nitrogênio	5b	4b	2b
CNF-10	Testemunha	12b	3b	...
	Inoculado	36a	25a	...
	Nitrogênio	17b	2b	..
CNF-2234	Testemunha	8b	...	1b
	Inoculado	29a	...	23a
	Nitrogênio	8b	...	2b
Cap. Precoce	Testemunha	...	2b	2b
	Inoculado	...	29a	14a
	Nitrogênio	...	2b	1b

<sup>(1)</sup> Os inoculantes utilizados nos experimentos de 1985, 86 e 87 foram preparados com as estirpes DF H-6 + CENAC-05; CPAC V-23 + CENA C-05 e CPAC C-23 + 1135 respectivamente. As doses de N foram 70, 100 e 75 kg/ha de N para os três experimentos. <sup>(2)</sup> As análises estatísticas foram efetuadas com correção da variância. Para uma mesma cultivar os valores seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Para análise estatística, os valores foram transformados para  $\sqrt{x} + 0,5$ .

75 kg/ha, respectivamente, nos experimentos de 1985, 1986 e 1987. A aplicação foi parcelada em cinco vezes no primeiro e no terceiro experimentos e em sete vezes no segundo, iniciando-se aos 5, 8 e 17 dias após a emergência (DAE), no primeiro, no segundo e no terceiro experimento respectivamente.

Foram utilizadas as cultivares Carioca, Rio Tibagi, CNPAF-178, Negro Argel, CNF-10, CNF-2234 e Capixaba Precoce, semeadas para uma densidade de 16 plantas por metro linear, num espaçamento de 0,50 m entre linhas.

Avaliou-se o número de nódulos 12 dias após a emergência (DAE), coletando-se ao acaso 12 plantas por parcela; o número e peso de nódulos aos 35 DAE, nos experimentos de 1985 e 1987, e aos 60 DAE, no de 1986, coletando-se ao acaso 6 plantas por parcela. Para avaliação do rendimento de grãos, colheu-se a área central de 3 m<sup>2</sup> no primeiro experimento e 4 m<sup>2</sup> nos demais.

Em função da disposição dos tratamentos, nas parcelas principais, e das cultivares nas subparcelas, na análise da variância, efetuou-se a correção da

variância (Pimentel Gomes, 1976), utilizando-se o teste de Tukey a 5% para a comparação de médias. Para a análise estatística, os valores de número de nódulos foram transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocorrência de nódulos aos 12 dias nas plantas do tratamento testemunha demonstra a presença de estirpes nativas de *Rhizobium* spp. que nodulam feijoeiro, nas áreas experimentais (Quadro 1). O número de nódulos por planta foi significativamente maior nos tratamentos com inoculação do que nos testemunhas e com nitrogênio, na avaliação aos 12 dias. Todas as cultivares apresentaram, em média, mais de 20 nódulos por planta, numa fase bem inicial do ciclo. A precocidade de nodulação tem sido considerada de grande importância para o feijoeiro (Barradas et al., 1989) devido ao seu ciclo curto.

Na segunda avaliação de nodulação (Quadro 2), o número e o peso de nódulos do tratamento inoculado

**Quadro 2. Número médio e peso de nódulos por planta, aos 37 dias após a emergência (DAE), e sete cultivares de feijão, em função da inoculação e adubação nitrogenada. Dados médios de três repetições<sup>(1)</sup>**

Cultivar	Tratamento <sup>(2)</sup>	Nódulos/planta			Peso nódulos/planta		
		1985	1986	1987	1985	1986	1987
		n°			mg		
Carioca	Testemunha	15b	1a	5a	5b	1a	4a
	Inoculado	74a	9a	24a	47a	7a	15a
	Nitrogênio	20b	0b	1b	11b	0a	1a
Rio Tibagi	Testemunha	11a	2b	5a	4a	0a	5a
	Inoculado	12a	16a	10a	9a	8a	11a
	Nitrogênio	9a	0b	1a	5a	0a	0a
CNPAF-178	Testemunha	12a	1a	5a	9b	5a	2a
	Inoculado	44a	13a	14a	37a	6a	13a
	Nitrogênio	17a	1a	3a	9b	0a	2b
Negro Argel	Testemunha	21a	4b	7b	13a	3b	8b
	Inoculado	40a	62a	33a	34a	50a	38a
	Nitrogênio	22a	1b	1b	18a	0b	2b
CNF-10	Testemunha	10b	4a	...	5a	1a	...
	Inoculado	21ab	9a	...	13a	3a	...
	Nitrogênio	41a	0a	...	21a	0a	...
CNF-2234	Testemunha	26a	...	7b	23a	...	10b
	Inoculado	28a	...	38a	24a	...	48a
	Nitrogênio	37a	...	2b	14a	...	1b
Cap.Precoce	Testemunha	...	1a	3a	...	1a	6a
	Inoculado	...	13a	17a	...	13a	31a
	Nitrogênio	...	1a	4a	...	0a	5a

<sup>(1)</sup> No experimento de 1986, essa avaliação foi efetuada 61 dias após a emergência. <sup>(2)</sup> Os inoculantes utilizados nos experimentos de 1985, 86 e 87 foram preparados com as estirpes DF H-6 + CENA C-05; CPAC V-23 + CENA C-05 e CPAC V-23 + 1135 respectivamente. As doses de N foram 70, 100 e 75 kg/ha de N para os três experimentos.

As análises estatísticas foram efetuadas com correção da variância. Para uma mesma cultivar, valores seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem entre si. Para análise estatística, os valores de número de nódulos foram transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$ .

foram maiores do que o do testemunha, mas as diferenças só foram significativas, ao nível de 5%, para as cultivares Carioca (1985; número e peso de nódulos); Rio Tibagi (1986; número de nódulos); CNPAF-178 (1985; peso de nódulos); Negro Argel (1986 e 1987; número e peso de nódulos), e CNF-2234 (1987; número e peso de nódulos). O experimento de 1986 foi afetado por um veranico do 13º ao 42º dia após a emergência (Figura 1), promovendo uma redução da nodulação devido à senescência dos nódulos. Sprent (1976) também observou efeitos de estresse hídrico na nodulação. Após a normalização das chuvas, efetuou-se nova avaliação de nodulação, aos 61 DAE, na qual se observou que a cultivar Negro Argel foi a de maior nodulação das plantas do tratamento inoculado. Nesse experimento, aparentemente, o período de déficit hídrico foi fator determinante da baixa nodulação observada.

Na avaliação de nodulação aos 37 dae, nos experimentos de 1985 e 1987, verificou-se que o 'Rio Tibagi', em média, foi inferior às demais cultivares, enquanto houve destaque para o 'Carioca', 'Negro Argel' e 'CNF-2234', com maior número e peso de nódulos. Resultado semelhante foi obtido por Duque et al. (1985).

As diferenças entre os níveis médios de produtividade dos três experimentos (Quadro 3) não puderam ser explicadas em função da distribuição de chuvas (Figura 1). Em 1986, foram obtidos os melhores níveis médios de produtividade (1.250 kg/ha de grãos, em comparação com 688 e 993 kg/ha, nos experimentos de 1985 e 1987 respectivamente); no entanto, esse foi o ano de menor precipitação no experimento. Nesse ano houve, inclusive, um veranico de 29 dias, conforme citado. Tais níveis maiores de produtividade podem ser atribuídos ao fato de as condições climáticas no experimento terem sido adversas para o surgimento de doenças no feijoeiro e desfavoráveis à lixiviação do N mineralizado do solo.

Observa-se que, em dois casos apenas (1986, 'Negro Argel', e 1987, 'Carioca') houve diferença estatisticamente significativa (5% de probabilidade) entre o tratamento inoculado e a testemunha. A produção do tratamento inoculado, no entanto, foi consistentemente superior à da testemunha, variando essa diferença de 0 a 489 kg/ha, com uma média de 197 kg/ha. A única exceção foi a cultivar Rio Tibagi no experimento de 1985. Em diversos casos, a produção com nitrogênio foi estatisticamente superior à da testemunha e, em apenas um caso ('Capixaba Precoce', em 1987), este tratamento foi estatisticamente superior ao inoculado.

O 'CNF-10' apresentou o menor ganho com a inoculação. Essa cultivar teve, em termos relativos, a melhor resposta à adubação nitrogenada, em média, 234 kg/ha (cerca de 4 vezes mais do que a média de ganho com o tratamento inoculado), evidenciando baixo potencial para a fixação do nitrogênio. Mesmo a 'Rio Tibagi', que apresentou os menores valores de nodulação, obteve ganhos de produção com a inoculação, fato também observado por Duque et al. (1985),

**Quadro 3. Rendimento médio de grãos de sete cultivares de feijão em função da inoculação e adubação nitrogenada. Dados médios de três repetições**

Cultivar	Tratamento <sup>(1)</sup>	Grãos		
		1985	1986	1987
		kg/ha		
Carioca	Testemunha	584b	1178a	669b
	Inoculado	800ab	1342a	1158a
	Nitrogênio	973a	1629a	1212a
Rio Tibagi	Testemunha	580a	1644b	1052a
	Inoculado	569a	1866ab	1331a
	Nitrogênio	794a	2099a	1250a
CNPAF-178	Testemunha	513a	1041b	703b
	Inoculado	618a	1222ab	940ab
	Nitrogênio	806a	1516a	1080a
Negro Argel	Testemunha	579a	1284b	666a
	Inoculado	878a	1753a	773a
	Nitrogênio	886a	1413ab	933a
CNF-10	Testemunha	472a	555a	...
	Inoculado	515a	638a	...
	Nitrogênio	731a	766a	...
CNF-2234	Testemunha	490b	...	1095a
	Inoculado	670ab	...	1184a
	Nitrogênio	932a	...	1253a
Cap. Precoce	Testemunha	...	695a	623b
	Inoculado	...	835a	868b
	Nitrogênio	...	1040a	1084a

(1) Os inoculantes utilizados nos experimentos de 1985, 86 e 87 foram preparados com as estirpes DF H-6 + CENAC-05; CPAC V-23 + CENA C-05 e CPAC V-23 + 1135 respectivamente. As doses de N foram 70, 100 e 75 kg/ha de N para os três experimentos. As análises estatísticas foram efetuadas com correção da variância. Para uma mesma cultivar valores seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem entre si.

indicando que, mesmo em condições de pouca nodulação, estirpes eficientes são capazes de contribuir de forma expressiva para o rendimento de grãos de feijoeiro.

Os ganhos médios de produção obtidos nos três experimentos com a inoculação, para os cultivares Carioca, Rio Tibagi, CNPAF-178, Negro Argel, CNF-10, CNF-2234 e Capixaba Precoce, foram de: 90, 163, 174, 291, 63, 135 e 193 kg/ha respectivamente. Em todos eles, os ganhos médios obtidos com nitrogênio foram ainda superiores aos obtidos com a inoculação (461, 289, 380, 234, 235, 300 e 403 kg/ha respectivamente). A boa resposta à adubação com nitrogênio evidencia a importância da continuidade dos trabalhos de seleção de estirpes com maior eficiência fixadora de nitrogênio.

A cultivar Carioca, uma das mais utilizadas na região dos Cerrados, apresentou, no experimento de 1987, um ganho com a inoculação de 489 kg/ha de grãos, equivalente a 8 sacas/hectare, evidenciando

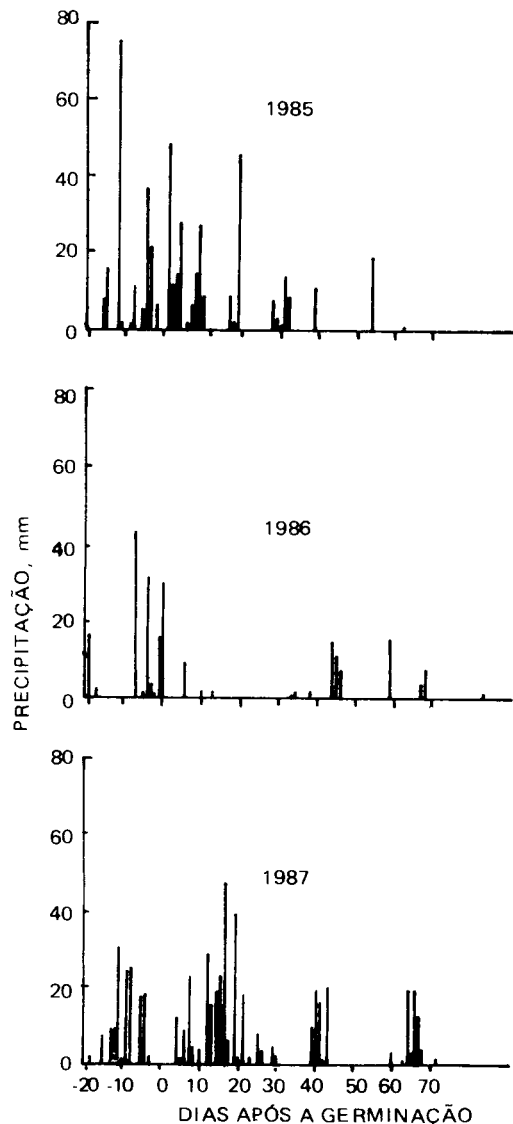


Figura 1. Precipitação pluvial durante a condução dos experimentos.

um elevado potencial de resposta à inoculação, embora essa característica não tenha sido levada em consideração ao longo do processo de melhoramento genético dessa variedade. Por outro lado, os ganhos com a inoculação não foram estatisticamente significativos em 1985 e 1986.

As respostas diferenciadas, em termos de ganhos de produção com a inoculação, demonstram a variabilidade no potencial de fixação do nitrogênio entre os diferentes cultivares de feijão, conforme verificado em outros trabalhos (Graham & Halliday, 1977; Rennie & Kemp, 1983; Duque et al., 1985; Hungria & Neves, 1986, 1987, e Vargas et al., 1991).

Os resultados enfatizam a importância da avaliação da resposta das diferentes cultivares de feijão à inoculação e à adubação nitrogenada, antes do seu lançamento para utilização pelos agricultores, principalmente quando o potencial de fixação de  $N_2$  não é uma característica considerada ao longo do processo de melhoramento desses cultivares.

## CONCLUSÕES

1. A inoculação com rizóbio contribuiu de forma significativa para o aumento no rendimento de grãos pelo feijoeiro, principalmente em relação às plantas não inoculadas.

2. Houve resposta diferenciada de cultivares de feijoeiro à inoculação.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Técnico Agrícola Osmar Tiago, aos Técnicos de Laboratório Vilderete de Castro Alves, Emílio Taveira, Ademildo dos Santos, Odete Justino e Maria das Dores Silva, e aos Operários Rurais Moacir de Souza e Vanderley Claudino dos Santos, o valioso auxílio na instalação e condução dos experimentos.

## LITERATURA CITADA

- BARRADAS, C.A.; BODDEY, R.M. & HUNGRIA, M. Seleção de cultivares de feijão e estirpes de *Rhizobium* para nodulação precoce e senescência tardia dos nódulos. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 13(1):169-179, 1989.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento semidetalhado dos solos de áreas do Ministério da Agricultura do Distrito Federal. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1966. 135p. (Boletim técnico, 8.)
- DUQUE, F.F.; NEVES, M.C.P.; FRANCO, A.A.; VICTORIA, R.L. & BODDEY R.M. The response of field grown *Phaseolus vulgaris* to *Rhizobium* inoculation and the quantification of  $N_2$  fixation using  $^{15}N$ . Plant Soil, Dordrecht, 88(1):333-343, 1985.
- GRAHAM, P.H. Some problems of nodulation and symbiotic nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris*: a review. Field Crop. Res., Amsterdam, 4(2):93-112, 1981.
- GRAHAM, P.H. & HALLIDAY, J. Inoculation and nitrogen fixation in the genus *Phaseolus*. In: VINCENT, J.M., ed. Exploiting the legume-*Rhizobium* symbiosis in tropical agriculture. Hawaii, College Tropical Agriculture, 1977. p.313-334 (Miscel. Publ., 145.)
- HUNGRIA, M. & NEVES, M.C.P. Interação entre cultivares de *Phaseolus vulgaris* e estirpes de *Rhizobium* na fixação e transporte do nitrogênio. Pesq. agropec. bras., Brasília, 21(1):127-140, 1986.
- HUNGRIA, M. & NEVES, M.C.P. Cultivar and *Rhizobium* strain effect on nitrogen fixation and transport in *Phaseolus vulgaris* L. Plant Soil, Dordrecht, 103(1):111-121, 1987.
- PEREIRA, G.; MOREIRA, L. & MESSIAS, M. O comportamento agropecuário na região nuclear dos cerrados. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1992. 3p. (EMBRAPA. PNP/Avaliação dos Recursos Naturais e Sócio-Econômicos dos Cerrados. Projeto 026.91.801/1) Form 13/1992
- PIMENTEL GOMES, Curso de estatística experimental. Piracicaba, Nobel, 1976. 430p.

- RENNIE, R.J. & KEMP, G.A. N<sub>2</sub>-fixation in field beans quantified by <sup>15</sup>N isotope dilution. II. Effect of cultivars of beans. *Agron. J.*, Madison, 75(1):645-649, 1983.
- SAITO, S.M.T. Avaliação em campo da capacidade de fixação simbiótica de estirpes de *Rhizobium phaseoli*. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 17(7):999-1006, 1982.
- SPRENT, J. Nitrogen fixation by legumes subjected to water and light stresses. In: NUTMAN, P.S., ed. *Symbiotic nitrogen fixation in plants*. London, Cambridge University Press, 1976. p.308-329.
- SUHET, A.R.; PERES, J.R.R. & VARGAS, M.A.T. Nitrogênio. In: GOEDERT, W.J. *Solos dos Cerrados*. Planaltina, Nobel/EMBRAPA, 1986. p.167-202.
- VARGAS, A.A.T.; ATHAYDE, J.T. & GRAHAM, P. Métodos de inoculação do feijoeiro com *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*. *R. Microb.*, São Paulo, 21(1):5-10, 1990.
- VARGAS, A.A.T.; SILVEIRA, J.S.M.; ATHAYDE, J.T. & PACOVA, B.E.V. Comparação entre genótipos de feijão quanto à capacidade nodulante e à produtividade com inoculação com rizóbios e/ou adubação de N-mineral. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 15(1):267-272, 1991.
- VARGAS, M.A.T. & SUHET, A.R. Efeitos da inoculação e de deficiência hídrica no desenvolvimento da soja em um solo de Cerrado. *R. bras. Ci. Solo*, 4(1):17-21, 1980.
- VINCENT, J.M. *A manual for the practical study of root-nodule bacteria*. 1.ed. Oxford, England, Blackwell Scientific Publications, 1970. 164p.