

# Fixação biológica de N<sub>2</sub> no feijoeiro submetido a dosagens de inoculante e tratamento químico na semente comparado à adubação nitrogenada

Fabio Fernando de Araújo\*, Fabio Gil Carmona, Carlos Sergio Tiritan e José Eduardo Creste

Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade do Oeste Paulista, Rod. Raposo Tavares, km 572, 19067-175, Bairro Limoeiro, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: fabio@unoeste.br

**RESUMO.** A inoculação do feijoeiro é uma técnica difundida pela pesquisa, mas pouco utilizada pelos agricultores. Entretanto, com o baixo poder aquisitivo da maioria dos agricultores, que cultivam o feijão, e com a baixa produtividade média, a utilização desta técnica de baixo custo pode ser uma excelente alternativa para aumento da produtividade. O presente trabalho teve como objetivo avaliar, no cultivo do feijão, a inoculação com *Rhizobium*, na presença e ausência de fungicida na semente comparando-se com a adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido, em 2004, no município de Colorado, Estado do Paraná. Foi demonstrado que a inoculação é uma técnica eficiente no fornecimento de nitrogênio para a cultura, quando comparado com o fornecimento de nitrogênio mineral. A cultivar de feijão carioca apresentou boa resposta à inoculação, demonstrando bons índices de nodulação e produtividade. O aumento da dosagem do inoculante não proporcionou ganhos de nodulação e produtividade, porém o uso do fungicida na semente afetou a produtividade.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, tratamento de sementes, *Rhizobium*, inoculação.

**ABSTRACT.** Biological fixation of N<sub>2</sub> in bean plantation at doses of inoculants and chemical treatment to the seed compared with nitrogenous fertilization. The inoculation of bean is a technique spread out by research, but it is not very much used by farmers. However, considering the low purchasing power of the majority of farmers who cultivate beans and the low average productivity, the use of this low cost technique can be an excellent alternative to increase productivity. The aim of this work was to evaluate the inoculation with *Rhizobium* and the nitrogenous feeding of beans. The experiment was conducted in 2004, in Colorado, state of Paraná. Results showed that inoculation was an efficient technique in supplying nitrogen to the culture, when compared with the addition of mineral nitrogen. The "carioca" bean variety showed positive response to the inoculation with good levels of nodulation and yield. The increase of inoculation level did not result in nodulation and productivity gains, though the use of fungicide in the seed affected the productivity.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*, seed treatment, *Rhizobium*, inoculation.

## Introdução

O feijoeiro é cultivado em aproximadamente 100 países em todo o mundo, envolvendo grande número de gêneros e espécies o que dificulta a comparação dos índices de produtividade por espécie. O rendimento médio do feijão de sequeiro é considerado baixo alcançando em 2001 o valor de 892 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2001). Considerando apenas o gênero *Phaseolus*, o Brasil é o maior produtor do mundo, seguido pelo México (Zimmermann *et al.*, 1996). Diferente da situação de baixo rendimento do feijão de sequeiro, o rendimento médio nacional das lavouras irrigadas

supera 1.800 kg ha<sup>-1</sup> (Valério *et al.*, 2003).

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro (Haag *et al.*, 1967). A aplicação de N mineral nos solos tropicais pode apresentar, às vezes, baixa frequência de resposta (Franco, 1977). O aproveitamento do nitrogênio do fertilizante é normalmente inferior a 50%, podendo, em determinadas situações, em solos arenosos, atingir entre 5 e 10% (Duque *et al.*, 1985). A disponibilidade de nitrogênio mineral para as plantas está na dependência direta da contínua decomposição da matéria orgânica (mineralização do N) e da adubação nitrogenada, sendo o processo de

fixação biológica do nitrogênio atmosférico restrito a microrganismos que ocorrem livremente no solo ou em associação com espécies vegetais. A simbiose das leguminosas com as bactérias de gênero *Rhizobium* parece ser o sistema que mais contribui em termos de incorporação do N<sub>2</sub> fixado ao ecossistema. Estima-se que 20% do N<sub>2</sub> fixado anualmente na terra provém da associação *Rhizobium* x leguminosas (Yamada et al., 1988).

O feijoeiro desenvolve associação simbiótica nas raízes com a bactéria *Rhizobium tropici*. Quando esta bactéria está presente no solo, naturalmente ou via inoculação, ela reconhece e infecta as raízes da planta hospedeira, provocando a formação de nódulo onde ocorre a fixação do N<sub>2</sub> (Hungria et al., 1997).

Após a iniciação do nódulo, o *Rhizobium* transforma-se em bacterióide que se multiplica e começa a sintetizar a nitrogenase, a enzima responsável pela redução no N<sub>2</sub> iniciando-se a fixação (Hungria et al., 1997). Para que uma estirpe (ou estirpes) de *Rhizobium tropici* possa ser recomendada para inoculação do feijão, é preciso que possuam, dentre outros atributos, eficiência na fixação de N<sub>2</sub> e capacidade de estabelecer no solo e competir com os microrganismos ali presentes. A superioridade das estirpes estabelecidas no solo, de um modo geral, resulta de uma questão numérica e não de maior competitividade dessas estirpes (Triplett e Sadowsky, 1992). Deve ser considerado que a concentração de rizóbio introduzido pela inoculação também é freqüentemente prejudicado pelos diversos pesticidas utilizados na implantação e manejo da cultura (Yueh e Hensley, 1993).

Bliss (1993) considerou que, embora uma taxa de fixação biológica de nitrogênio de 50 kg de N ha<sup>-1</sup> seja modesta, na ausência da simbiose seria necessário fornecer às plantas 100 kg ha<sup>-1</sup> de N-fertilizante, considerando-se que a eficiência de utilização do N raramente excede 50%. Sobre isto foi verificado em diversos experimentos com feijão que não foram constatadas diferenças entre o tratamento recebendo N mineral (até 75 kg de N ha<sup>-1</sup>) e algumas cultivares noduladas (Vargas et al., 1991). Para o cultivar de feijão carioca, foi estimado que para uma produção de 1.000 kg ha<sup>-1</sup> são absorvidos 40 kg de N (Vieira et al., 1984). Desta forma, a fixação de 50 kg de N ha<sup>-1</sup> seria responsável por rendimentos acima deste patamar (1.000 kg ha<sup>-1</sup>), ou seja, quase o dobro da média nacional.

Diante destes fatos, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de fixação biológica de nitrogênio do feijoeiro, cultivar carioca, submetido à inoculação, com dosagens diferentes e tratamento de

sementes com fungicidas, comparando-se com o fornecimento de N mineral.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido na fazenda Santa Margarida, município de Colorado, Estado do Paraná. O solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro (Embrapa, 1999). Para instalação do experimento, foi necessário proceder a uma aração e duas gradagens, utilizando-se grade niveladora. De acordo com a análise química do solo (Tabela 1), necessitou-se elevar a saturação de base no solo de 58% para 70%, valor este recomendado para a cultura. Isto foi efetivado pela adição de 500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico com poder real de neutralização total de 80%.

**Tabela 1.** Análise química do solo onde foi conduzido o experimento.

Determinações	Valores
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,8
pH (SMP)	7,1
Alumínio (Al <sup>3+</sup> ) (mmolc dm <sup>-3</sup> )	0
Mat. orgânica (g dm <sup>-3</sup> )	11
Ca (mmol dm <sup>-3</sup> )	11
Mg (mmol dm <sup>-3</sup> )	4
K (mmol dm <sup>-3</sup> )	4,8
P Melich (mg dm <sup>-3</sup> )	7
S (mg dm <sup>-3</sup> )	1,3
CTC (mmol dm <sup>-3</sup> )	34
V%	58

A adubação de plantio foi efetuada com a adição de 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg k<sub>2</sub>O por hectare com a incorporação de 200 kg do adubo na fórmula 00-30-10. O adubo foi distribuído na linha de semeadura. Para adubação de cobertura, nas parcelas que receberam N mineral, utilizou-se 100 kg ha<sup>-1</sup> de uréia (45% de N), distribuída na entrelinha, quando a cultura se apresentava no estágio de terceiro trifólio (V<sub>4</sub>). O modelo de delineamento estatístico utilizado foi blocos ao acaso. O experimento foi dividido em quatro blocos com seis tratamentos. A área foi dividida em vinte e quatro parcelas ambos com dimensões iguais, ou seja, 3 x 3 m, com espaçamento entre parcelas de um metro de distância. Os tratamentos conduzidos no experimento foram: T1 - Testemunha; T2 - Nitrogênio mineral em cobertura mais tratamento de sementes com fungicida; T3 - Inoculação de sementes com dose recomendada mais tratamento de sementes com fungicida; T4 - Inoculação de sementes com o dobro da dose recomendada mais tratamento de sementes com fungicida; T5 - Inoculação de sementes com a dose recomendada sem tratamento com fungicida; T6 - Inoculação de sementes com o dobro da dose sem tratamento com

fungicida. O inoculante utilizado foi produzido à base de turfa, pela Turfal Ltda., recomendado para a cultura do feijão, no qual continha as estirpes de *Rhizobium tropici* (Semia 4077/ Semia 4080), a dose recomendada pelo fabricante é de 8 g kg<sup>-1</sup> de semente. O tratamento de sementes foi efetuado com fungicida sistêmico tendo como ingrediente ativo carbendazin, efetuado na concentração de 0,5 g por kg de semente. O cultivar de feijão utilizado foi o carioca, classificado como tipo II (hábito de crescimento indeterminado, haste principal com tendência de crescimento francamente vertical, ramos laterais não numerosos e geralmente curtos, o que confere à planta um aspecto arbustivo).

Para implantação da cultura, as sementes foram tratadas inicialmente com o fungicida, na dosagem recomendada pelo fabricante. Em seguida, inoculou-se as sementes, nos tratamentos inoculados, utilizando-se solução açucarada à base de glicose (10% p/v) para melhor aderência da bactéria à semente com posterior adição do inoculante comercial na proporção indicada anteriormente. O sulco de plantio foi feito manualmente utilizando um rastelo de ponta para abertura do sulco no solo. Em seguida, foi distribuído o adubo de plantio (00-30-10) na proporção de 10 g por metro linear, sendo colocado pequena porção de terra por cima para não haver contato da semente com o adubo. O plantio foi realizado em 16/5/2004, sob condições ideais de umidade no solo, com espaçamento de 0,50 m entrelinha e 14 sementes por metro linear na profundidade de 5 cm.

Na condução do experimento, foi necessário fazer uma aplicação de herbicida à base de bentazona na proporção de 1,0 L ha<sup>-1</sup>. O controle de pragas, principalmente a *Diabrotica speciosa* (vaquinha), foi efetuado utilizando-se inseticidas à base de cipermetrina (0,5 L ha<sup>-1</sup>) e dimetoato (1,0 L ha<sup>-1</sup>), respectivamente. Não houve incidência de doenças, mas foram feitas pulverizações, visando ao controle preventivo, com a aplicação de fungicidas à base de tebuconazol (0,5 L ha<sup>-1</sup>) e Mancozeb (2,0 kg ha<sup>-1</sup>).

Para avaliação do número de nódulos por planta, comprimento de vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, matéria seca e os teores dos nutrientes na parte aérea da planta, coletou-se 10 plantas por parcela no estádio de florescimento pleno (R6). As plantas foram trazidas para o Laboratório de Análises de Tecidos (Unoeste, Presidente Prudente, Estado de São Paulo) e após secagem em estufa de ventilação forçada (60-70°C) até atingir massa constante, foram determinadas as massas secas de cada parcela e realização de análises foliares de N total seguindo metodologia de

Malavolta *et al.* (1997). Para a determinação de rendimento final, foram coletadas 10 plantas de cada parcela aos 105 dias após a emergência da cultura no estádio de maturação dos grãos (R<sub>9</sub>). A produtividade estimada foi calculada, utilizando o peso dos grãos das 10 plantas de cada parcela, com correção de umidade para 13%, os quais após definido a média por planta foi multiplicando pela população de 200.000 plantas por hectare, estimado pelo espaçamento utilizado. Os grãos, após pesados, foram submetidos à análise para determinação do N total.

Os dados obtidos no experimento foram analisados estatisticamente pelo Sistema de Análise Estatística (Sanest), utilizando o teste de Tukey (p < 0,05) para comparação de métodos dos tratamentos conduzidos.

## Resultados e discussão

A resposta à inoculação do feijoeiro foi encontrada em todos os tratamentos que receberam o rizóbio na semente, isto sendo representado pela presença de nodulação significativa (Tabela 2). O cultivar de feijão utilizado (carioca) já foi destacado em outros trabalhos como de boa resposta à nodulação e fixação de N (Araújo *et al.*, 1996). Considerando-se que na testemunha e no tratamento com adubação nitrogenada ocorreu pouca nodulação, pode-se afirmar que o solo apresentava baixa população estabelecida de *Rhizobium*. Graham (1981) observou que ocorreu redução de nodulação quando foi utilizado o adubo nitrogenado mineral, isto sendo explicada pela sua influência negativa sobre a nodulação. Hungria *et al.* (1997) relataram que a nodulação das raízes supre as necessidades das plantas, devendo-se evitar a adubação nitrogenada, pois inibe a formação dos nódulos e a fixação biológica de nitrogênio.

**Tabela 2.** Nodulação e massa seca de nódulos em feijoeiro (cv. carioca) inoculado com *R. tropici* e adubado com N mineral.

Tratamentos	N <sup>o</sup> de nódulos por planta	Massa de nódulos (g pl <sup>-1</sup> )
Testemunha	4,5 b <sup>1</sup>	0,03 b
N mineral	2,5 b	0,02 b
Inoc. + Fungic.	31,5 a	0,21 a
Inoc.(2x) + Fungic.	33,3 a	0,22 a
Inoculante	35,7 a	0,24 a
Inoculante (2x)	30,9 a	0,21 a
CV %	35,34	33,45

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente, pelo teste Tukey (p < 0,05).

Observou-se que o solo apresentava baixa população de rizóbio nativo, visto que a nodulação nas plantas que não receberam o inoculante foi baixa. Pereira *et al.* (1991) citaram que nos solos onde não há resposta à inoculação encontram-se

estirpes de rizóbio estabelecidas no solo que podem ser eficientes ou ineficientes em determinados hospedeiros. A ocorrência de nodulação nas plantas testemunhas demonstra a presença de estirpes nativas de *Rhizobium* spp., que nodulam o feijoeiro (Tabela 2). Entretanto, o número e massa seca de nódulos por planta foram significativamente maiores nos tratamentos com inoculação do que na testemunha e no tratamento com nitrogênio mineral (Tabela 2). Isto reforça a tese de que a inoculação com estirpes eficientes recomendadas para a cultura é necessária para aumentar a nodulação e fixação de N nas plantas.

Na avaliação do desenvolvimento das plantas, no estágio R6, não houve alteração significativa na variável acúmulo de matéria seca na parte aérea, em todos os tratamentos (Tabela 3). Entretanto, com relação à concentração de N nas folhas, houve acréscimo significativo no tratamento que recebeu inoculante sem fungicida na semente, com relação à testemunha. O tratamento que recebeu N mineral não proporcionou, neste estágio, ganhos significativos deste nutriente, quando comparado com os tratamentos inoculados. Os resultados encontrados indicam que o número de nódulos e de massa nodular (Tabela 2) pode servir como indicativos de desempenho simbiótico no feijoeiro.

**Tabela 3.** Matéria seca da parte aérea e N fixado em feijoeiro (cv. carioca), no estágio R6 de desenvolvimento, inoculado com *R. tropici* e adubado com N mineral.

Tratamentos	Mat. seca da parte aérea (g pl <sup>-1</sup> )	Teor de N na parte aérea (mg pl <sup>-1</sup> )	N acumulado <sup>(1)</sup> por hectare (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	4,8 a <sup>2</sup>	87,5 b	17,50 b
N mineral	6,8 a	95,0 ab	19,00 ab
Inoc. + Fungic.	5,9 a	107,5 ab	21,75 ab
Inoc.(2x) + Fungic	6,6 a	125,0 ab	25,00 ab
Inoculante	6,5 a	130,0 a	26,00 a
Inoculante (2x)	6,5 a	117,5 ab	22,50ab
CV %	15.15	15.41	16.09

<sup>1</sup>Valor considerando apenas a parte aérea com população estimada de 200.000 plantas por hectare; <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente, pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Na Tabela 4, estão apresentados os indicadores de desenvolvimento da cultura encontrados na fase reprodutiva. Neste trabalho, pode-se observar que na produção de vagens não houve diferenças significativas entre os tratamentos e a testemunha. Andrade *et al.* (2001) citaram que o maior número de vagens por planta é reflexo da utilização de nitrogênio na semeadura complementada com adubação nitrogenada de cobertura. Por outro lado, Nascimento *et al.* (2004), estudando aplicação de doses diferentes de N no feijoeiro, verificaram que estes componentes da produção não foram influenciados pelas diferentes doses de N aplicadas.

Neste trabalho, foi encontrado que o número de vagens por planta, comprimento médio de vagem e número de grãos por vagem também não proporcionaram diferenças significativas em todos os tratamentos (Tabela 4). Isto pode ser explicado pelo fato destes componentes serem característicos de alta herdabilidade genética, estando intrinsecamente ligados à característica do cultivar.

**Tabela 4.** Comprimento de vagem, número de grãos por vagem e número de vagens por planta de feijoeiro (cv. carioca) inoculado com *R. tropici* e adubado com N mineral.

Tratamentos	Comprimento de vagem (cm)	Nº de grãos por vagem	Nº de vagens por planta
Testemunha	7,8 a	4,2 a	4,3 a
N mineral	8,5 a	4,7 a	6,4 a
Inoc. + Fungic.	8,4 a	5,5 a	5,2 a
Inoc.(2x) + Fungic	8,9 a	4,7 a	6,4 a
Inoculante	8,6 a	5,0 a	7,0 a
Inoculante (2x)	8,5 a	5,0 a	5,5 a
C.V. %	5.4	15.2	22.2

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente, pelo teste Tukey (p < 0,05).

O rendimento final encontrado em todos os tratamentos foi considerado satisfatório quando comparado com a média nacional que se situa próximo dos 500 kg ha<sup>-1</sup> (Hungria *et al.* 1997). O fornecimento de N mineral (100 kg ha<sup>-1</sup>) não proporcionou ganhos consideráveis para a cultura, não diferindo da testemunha (Tabela 4). Mendes *et al.* (1994) encontraram, para esta mesma quantidade de N fornecida, produtividade da ordem de 1.900 kg ha<sup>-1</sup> para as variedades Capixaba precoce e CNPAF-178. O tratamento que não recebeu fungicida na semente e apenas uma dose de inoculante apresentou produtividade de quase o dobro da testemunha, sendo o único tratamento que apresentou rendimento significativamente diferente da testemunha (Tabela 4). Com relação à dosagem do inoculante e presença de fungicida na semente, foi observado que não ocorreram diferenças quanto ao rendimento do feijoeiro, entre os tratamentos. Observou-se, porém, que os tratamentos inoculados que receberam fungicida na semente apresentaram tendência de redução no desempenho da simbiose (Tabela 2). Estes resultados revelam que existe a necessidade de novos trabalhos para avaliar a compatibilidade destas técnicas.

Os resultados apresentados demonstram que a variedade carioca apresentou excelente resposta à inoculação quando comparado ao fornecimento de N mineral (45 kg ha<sup>-1</sup>). Vários autores têm demonstrado que a interação existente entre as estirpes de rizóbio e os genótipos de feijoeiro é importante para a interpretação dos resultados de

inoculação de feijoeiro (Araújo *et al.*, 1996; Mendes *et al.*, 1994). O teor de nitrogênio fixado na planta (Tabela 3 e 5) indica a eficiência da fixação biológica de N pelas estirpes de *Rhizobium tropici* no feijoeiro, demonstrando que a inoculação de sementes tem a mesma capacidade de incorporação de nitrogênio à planta, quando comparado à adição de nitrogênio na forma mineral nas concentrações utilizadas neste trabalho.

**Tabela 5.** Rendimento final do feijoeiro e nitrogênio fixado nos grãos do feijoeiro (cv. carioca) submetido a inoculação com *R. tropici* e adubação com N mineral.

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	N fixado nos grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	950,0 b	37,05 b
N mineral	1313,8 ab	51,86 ab
Inoc. + Fungic.	1262,5 ab	50,48 ab
Inoc.(2x) + Fungic	1281,3 ab	49,95 ab
Inoculante	1783,3 a	71,32 a
Inoculante (2x)	1386,0 ab	56,82 ab
CV %	21,62	37,25

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente, pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Andrade *et al.* (2001), avaliando a produtividade do feijão carioca, sob irrigação, obtiveram maior rendimento médio de grãos (2.241 kg ha<sup>-1</sup>) com a adubação nitrogenada na semeadura complementada com cobertura. Quando se empregou apenas a inoculação, a produtividade alcançada (1.282 kg ha<sup>-1</sup>) não diferiu do rendimento da testemunha (1.160 kg ha<sup>-1</sup>). Este resultado demonstra que a irrigação pode, entre outras, ter contribuído para redução de perdas de N adicionado pela adubação, o que colaborou para aumento do desenvolvimento e rendimento da cultura. Por outro lado, Nascimento *et al.* (2004), avaliando doses de N em feijoeiro (carioca) irrigado e sem inoculação, concluíram que a falta de resposta às diferentes doses de N aplicadas pode ser explicada pela capacidade do solo em mineralizar o N da matéria orgânica aliado à fixação biológica de N pelos rizóbios nativos no solo, que proporcionaram rendimento acima de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> na testemunha. Mendes *et al.* (1994) comprovaram que a inoculação do feijoeiro em condições favoráveis, com cultivares e estirpes mais adequadas, pode alcançar produtividade de até 2.500 kg ha<sup>-1</sup>. Isto indica que são necessários mais estudos, principalmente considerando-se fatores edafoclimáticos, para explicar variabilidade de respostas do feijoeiro à inoculação e fixação biológica de N.

Considerando-se que para cada 1.000 kg ha<sup>-1</sup> de feijão (carioca) produzidos é estimada a absorção de 40 kg de N (Vieira *et al.*, 1984), o tratamento inoculado com a dose mínima e sem fungicida na

semente que produziu 1.783 kg ha<sup>-1</sup> contribuiu para a absorção de 71 kg de N. (Tabela 5). Nas condições do desenvolvimento deste trabalho, pode-se afirmar que a técnica de inoculação do feijoeiro (carioca), com as estirpes de *Rhizobium*, presentes no inoculante comercial, é alternativa real de contribuição para aumento da produtividade desta importante cultura.

## Conclusão

O feijoeiro apresentou resposta positiva à inoculação com *Rhizobium tropici* presente no inoculante comercial;

o tratamento que se destacou, com maior produtividade de grãos, recebeu apenas uma dose de inoculante sem o uso de fungicida na semente;

o tratamento de sementes com os fungicidas não afetou a nodulação das plantas inoculadas.

## Referências

- ANDRADE, M.J.B. *et al.* Resposta do feijoeiro às adubações nitrogenadas e molíbdica e a inoculação com *Rhizobium tropici*. *Cienc. Agrotecnol.*, Lavras, v. 25, n. 4, 2001.
- ARAÚJO, F.F. *et al.* Início da nodulação em sete cultivares de feijoeiro comum inoculadas com estirpes de *Rhizobium*. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 31, n. 6, p. 435-443, 1996.
- BLISS, F.A. Utilizing the potential for increased nitrogen fixation in common bean. *Plant Soil*, Dordrecht, v. 152, p. 157-160, 1993.
- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. 2001. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/politica-agricola/safra/avalia.html>>. Acesso em: 12 abr. 2002.
- DUQUE, F.F. *et al.* The response of field grown *P. vulgaris* to *Rhizobium* inoculation and qualification of N fixation using <sup>15</sup>N. *Plant Soil*, Dordrecht, v. 88, n. 1, p. 333-343, 1985.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 1999.
- FRANCO, A.A. Nutritional restrains for tropical grain legume symbiosis. In: VINCENT, J.M. *et al.* (Ed.). *Exploiting the legume - Rhizobium in tropical agriculture*. Hawaii: University of Hawaii, 1977. p. 75-96.
- GRAHAM, P.H. Some problems of nodulation and symbiotic nitrogen fixation in cultivars of *Phaseolus vulgaris* L. a review. *Field Crops Res.*, Amsterdam, v. 4, p. 93-112, 1981.
- HAAG, H.P. *et al.* Cultura do feijoeiro. *Bragantia*, Campinas, v. 26, n. 30, p. 380-391, 1967.
- HUNGRIA, M. *et al.* Fixação biológica do nitrogênio em feijoeiro In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.) *Biologia dos solos dos cerrados*. Brasília: Embrapa Cerrado, 1997. cap. 5, p. 187-258.
- MALAVOLTA, E. *et al.* *Avaliação do estado nutricional das plantas*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1997.

- MENDES, I.C. *et al.* Eficiência fixadora de estirpes de rizóbio em duas cultivares de feijoeiro. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 18, n. 3, p. 421-425, 1994.
- MENDES, I.C. *et al.* Eficiência fixadora de estirpes de rizóbio em duas cultivares de feijoeiro. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 18, p. 1-5, 1994.
- NASCIMENTO, M.S. *et al.* Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. *Acta Sci. Agron.*, Maringá, v. 26, n. 2, p. 153-159, 2004.
- PEREIRA, J.C. *et al.* Eficiência e capacidade competitiva de estirpes de *Rhizobium leguminosarum*. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 26, n. 7, p. 1073-1080, 1991.
- VALÉRIO, C.R. *et al.* Resposta do feijoeiro comum a doses de nitrogênio no plantio e na cobertura. *Cienc. Agrotecnol.*, Lavras, edição especial, p. 1560-1568, 2003.
- VARGAS, A.A.T. *et al.* Comparação entre genótipos de feijão quanto à capacidade nodulante e à produtividade com inoculação com rizóbios e/ou adubação de N mineral. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 15, p. 267-272, 1991.
- VIEIRA, R.F. *et al.* Desempenho de sementes de feijão oriundas de adubação com macro e micronutrientes em duas gerações de plantio. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 1984.
- TRIPLETT, E.W.; SADOWSKY, M.J. Genetics of competition for nodulation of legumes. *Ann. Rev. Microbiol.*, Palo Alto, v. 46, p. 399-428, 1992.
- YAMADA, T. *et al.* *Cultura do Feijoeiro*: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1988.
- YUEH, L.Y.; HENSLEY, D.L. Pesticide effect on acetylene reduction and nodulation by soybean and lima bean. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v. 118, p. 73-76, 1993.
- ZIMMERMANN, M.J.O. *et al.* *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. 1. ed. Piracicaba: Potafós, 1996.

Received on December 13, 2005.

Accepted on March 22, 2007.