

INOCULAÇÃO DE RIZÓBIO E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO¹

LEANDRO BORGES LEMOS¹, DOMINGOS FORNASIERI FILHO², MARCELO BRAGHETTA CAMARGO²,
TIAGO ROQUE BENETOLIDA SILVA², ROGÉRIO PERES SORATTO²

¹Depto. de Produção Vegetal – UNESP/FCA, C.P. 237, CEP: 18603-970, Botucatu – SP, e-mail: leandrobl@fca.unesp.br; benetoli@fca.unesp.br; soratto@fca.unesp.br; ²Depto. de Produção Vegetal – UNESP/FCA, CEP 14884-900, Jaboticabal – SP.

RESUMO

Atualmente evidencia-se o aumento da produtividade do feijoeiro com o uso de adubação nitrogenada em cobertura, porém, existe a possibilidade de usar os chamados insumos modernos, como, por exemplo, a inoculação com rizóbio. Este trabalho teve como objetivo verificar o comportamento de genótipos de feijão cultivados na época “de inverno”, quanto a resposta à inoculação com estirpe selecionada de rizóbio e à adubação nitrogenada em cobertura. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 12x2x2, representados, respectivamente, por genótipos, inoculação (com e sem) e adubação nitrogenada (com ou sem). Observou-se que os genótipos Carioca, IAPAR 14 e México 309 mostraram acréscimos na produtividade de grãos quando inoculados com a estirpe CM 255 de *Rhizobium*.; a adubação nitrogenada em cobertura resultou em aumento na produtividade média de grãos do feijoeiro.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, *Rhizobium tropici*, feijão de inverno.

ABSTRACT

Rhizobium INOCULATION AND NITROGEN FERTILIZATION ON COMMON BEAN

Today, the common bean yield increase with nitrogen sidedressing, but, there is the possibility of use *Rhizobium* inoculation. Then, the experiment had the objective to study the effects of sidedressed applied nitrogen and inoculation with *Rizobium* on bean development and yield. The experimental design was randomized blocks in factorial design 12x2x2, represented by genotypes, inoculation (with or without), nitrogen sidedressing (with or without). The results showed that: the Carioca, IAPAR 14 and Mexico 309 genotypes showed yield increase when inoculated with CM 255 strain; the nitrogen sidedressing increased average grain yield significantly.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, *Rhizobium tropici*, winter common bean.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é muito exigente em termos nutricionais, principalmente com relação ao nitrogênio e potássio (Rosolem, 1987), mostrando então a importância da adubação bem realizada, visando suprir toda a necessidade da cultura.

Vários trabalhos demonstraram a resposta do feijoeiro a adubação nitrogenada em cobertura (Buzetti *et al.*, 1992; Ambrosano *et al.*, 1996b; Soratto *et al.*, 2000). Entretanto, existem diferenças de respostas do feijoeiro, devido ao manejo de solo, cultivar, clima, irrigação, época de semeadura e sistema de produção. Assim, Silva *et al.* (2000), objetivando verificar o efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro “de inverno” em 1997 e 1998, notaram que a produtividade não foi afetada no primeiro

ano; entretanto, no segundo ano, os dados se ajustaram à função quadrática, com máxima produtividade na dose estimada de 74 kg ha⁻¹ de N.

No entanto, para suprir parte das necessidades com relação ao nitrogênio, o feijoeiro pode beneficiar-se da associação com bactérias do gênero *Rhizobium*, capazes de fixar simbioticamente o N atmosférico.

Porém, diversos fatores podem influenciar na eficiência da fixação simbiótica do nitrogênio (Freire, 1992), como temperatura (Hungria & Franco, 1993; Sá, 1993), acidez do solo (Taylor *et al.*, 1991; Coletta Filho, 1993), teores de nutrientes (Tsai, 1993) e cultivar (Ruschel, 1982).

Nesse sentido, Mercante *et al.* (1992) relataram que a falta de resposta do feijoeiro à inoculação é, muitas vezes, devido à presença de rizóbios nativos no solo, que nodulam o feijoeiro mesmo em áreas onde a cultura está

sendo implantada pela primeira vez e, também, porque as estirpes nativas podem dificultar a introdução de estirpes mais eficientes. Desta forma, tem-se buscado selecionar estirpes que, além de eficientes, sejam competitivas, tanto para se estabelecerem no solo e na superfície da raiz, quanto para vencerem as estirpes nativas na infecção e produção de nódulos.

Mesmo que a inoculação não seja suficiente para suprir todo o nitrogênio requerido pela planta, e com a realização de adubações nitrogenadas em cobertura, a eliminação ou redução na adubação na semeadura já representa economia a ser considerada (Araújo, 1994).

Objetivando avaliar aplicação de nitrogênio e molibdênio na presença ou ausência de inoculação de sementes com *Rhizobium*, Carvalho *et al.* (1998) verificaram que não houve efeito nas características agrônomicas e produtividade do feijoeiro. Entretanto, Arf *et al.* (1991) verificaram aumento na massa de matéria seca da parte aérea e Fornasieri Filho *et al.* (1988) notaram incremento na produtividade do feijoeiro quando, em ambos os casos, foi realizada a inoculação de sementes com *Rhizobium*.

Rushel *et al.* (1982) e Vargas *et al.* (1983) notaram diferenças na fixação biológica no nitrogênio entre cultivares de feijão, tanto do mesmo ciclo como de ciclos distintos. Pereira *et al.* (1984) encontraram linhagens de feijão com alta eficiência simbiótica na fixação de N atmosférico. Os resultados obtidos por Saint Clair & Bliss (1991), Wolyn (1991), Tsai (1993) e Pereira *et al.* (1993) demonstraram ocorrer transferência de caracteres para nodulação e fixação de N entre cultivares de feijoeiro.

Este trabalho teve por objetivo verificar o comportamento de genótipos de feijão cultivados na época “de inverno”, quanto à resposta ao uso da inoculação com estirpe selecionada de rizóbio e à adubação nitrogenada em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na época “de inverno”, num ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico (Embrapa, 1999), em área experimental do Instituto Agrônomo Dr. Francisco Pereira Lima, no município de Mococa – SP.

As características químicas do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, foram determinadas antes da instalação do experimento, seguindo a metodologia proposta por Raij & Quaggio (1983), apresentando 10 mg dm⁻³ de fósforo; 26 g dm⁻³ de MO; 5,8 pH em CaCl₂; 2,7; 33; 13; 15; 48,7 e 64,7 m mol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC respectivamente e V% = 75.

O preparo do solo foi realizado duas semanas antes da semeadura, constituindo-se em uma aração profunda e duas gradagens. A adubação básica foi realizada a lanço, compreendendo 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de termofosfato. A adubação de cobertura foi executada 25 dias após a emergência das plantas (DAE), na dose de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, tendo como fonte a uréia.

A semeadura foi realizada manualmente em 23/07/96, utilizando-se 15 sementes por metro, com espaçamento entre linhas de 0,5 m. No dia da semeadura, as sementes dos tratamentos com inoculante foram tratadas de acordo com a metodologia da inoculação simples descrita por De-Poli & Franco (1985) e Faria *et al.* (1985). O inoculante foi produzido no Centro de Energia Nuclear na Agricultura CENA/USP, sendo utilizada a estirpe de *Rhizobium tropici* CM 255.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 12x2x2 com 3 repetições, representados respectivamente por genótipos, inoculação (com ou sem) e adubação nitrogenada (com ou sem). Os genótipos de feijão avaliados foram: cultivares – Carioca, IAC Carioca Pyatã, IAC Carioca Aruã, IAC Carioca, IAPAR 14, IAC Maravilha, IAC Una, Rio Tibagi, IAPAR 65, Ônix, e linhagens – AN 512672 (CNPAP) e México 309.

Cada parcela experimental foi formada por quatro linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas em 0,5 m, sendo considerado como área útil as duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade. As irrigações foram efetuadas por meio de um sistema de aspersão convencional, com turno de rega de 7 dias e lâmina d’água média de 30 mm por turno.

Foram realizadas as seguintes avaliações: **Componentes da produção** – foram coletadas 10 plantas ao acaso ao final do ciclo na área útil de cada parcela experimental, avaliando-se o número de vagens/planta, grãos/vagem e massa de 100 grãos. **Teor de nitrogênio nas folhas** – foram utilizadas as folhas no terço médio de 20 plantas coletadas na área útil de cada parcela experimental, durante o período de florescimento pleno, sendo submetidas à lavagem rápida com água destilada e colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 60 - 70°C, por 72 horas. A seguir foram moídas em moinho tipo Willey para em seguida sofrerem a digestão sulfúrica e a análise conforme metodologia de Sarruge & Haag (1974). **Produtividade de grãos** – após o arranque manual, todas as plantas na área útil de cada parcela experimental sofreram secagem a pleno sol, submetidas a trilhagem mecânica, sendo os grãos pesados e os resultados obtidos transformados em kg ha⁻¹, com 13% de umidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura no período do experimento foi considerada ideal para a cultura do feijão (Dourado Neto & Fancelli, 2000), sendo, de julho a outubro, de 18, 21, 21 e 23°C, respectivamente (temperatura média), as temperaturas máximas foram 25, 28, 27 e 29°C, respectivamente e mínimas de 11, 14, 16 e 18°C, respectivamente. Além disso, os baixos índices de precipitação pluvial (zero; 25,3 mm) e de umidade relativa (62,4 e 59,4%), que ocorreram nos primeiros dois meses,

não favoreceram o surgimento de doenças na cultura.

Os resultados da análise de variância se encontram na Tabela 1, onde se observa diferença significativa na interação genótipos x adubação nitrogenada para o número de vagens por planta e teor de N na folha,

diferença de número de grãos por vagem entre os genótipos, diferença significativa na massa de 100 grãos influenciada pelos genótipos e pelo nitrogênio em cobertura e efeito significativo na interação genótipo x

Tabela 1 – Valores de F e coeficientes de variação (CV) da análise de variância dos parâmetros avaliados em genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).

Fonte de variação	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 100 grãos	N na folha	Produtividade
Genótipo (G)	22,86 **	14,72 **	61,64 **	15,29 **	26,26 **
Inoculação (I)	3,98 *	1,03 n.s.	1,69 n.s.	0,01 n.s.	3,6 n.s.
G x I	1,12 n.s.	0,89 n.s.	1,79 n.s.	1,62 n.s.	3,12 **
Adubação em cobertura (C)	50,10 **	0,79 n.s.	14,26 **	0,38 n.s.	78,12 **
G x C	2,71 **	0,89 n.s.	1,04 n.s.	2,11 **	1,77 n.s.
I x C	0,23 n.s.	1,88 n.s.	0,01 n.s.	0,52 n.s.	2,79 n.s.
G x I x C	1,71 n.s.	0,59 n.s.	1,24 n.s.	0,49 n.s.	3,12 **
Blocos	2,71 n.s.	1,46 n.s.	1,51 n.s.	0,27 n.s.	1,19 n.s.
CV%	12,55	6,56	6,08	10,75	6,10

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; n.s. = não significativo ao nível de 5% de probabilidade

inoculante x N em cobertura na produtividade.

O número de vagens/planta (Tabela 2) foi afetado positivamente pela inoculação das sementes com rizóbio, apresentando valor médio de 9,26 em relação à testemunha sem inoculante, com 8,88 vagens, diferindo dos resultados de Carvalho *et al.* (1998) que não encontraram diferenças entre esse parâmetro. Na interação genótipo x adubação de cobertura (Tabela 2), observou-se que nos genótipos IAC Aruã, AN 512672, IAC Maravilha, IAC Una, Rio Tibagi e IAPAR 65

mostraram-se responsivos à cobertura nitrogenada, apresentando acréscimos no número de vagens/planta. Analisando os diversos genótipos, verifica-se que o Rio Tibagi sobressaiu, quanto a esse aspecto.

O número de grãos/vagem não foi influenciado pela inoculação nem pela adubação nitrogenada, observando-

Tabela 2 – Número de vagens por planta de genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas ou não com rizóbio e adubadas ou não com nitrogênio em cobertura aos 25 DAE.

Genótipos	Sem nitrogênio	Com nitrogênio
Carioca	8,85 BCD a	9,80 BC b
IAC Carioca Pyatã	9,42 BC a	10,61 B a
IAC Carioca Aruã	7,62 BCDE b	8,95 BC a
IAC Carioca	8,94 BCD a	8,70 BC b
IAPAR 14	8,60 BCDE a	9,06 BC b
AN 512672	7,10 DE b	8,95 BC a
IAC Maravilha	7,55 CDE b	9,65 BC a
IAC Una	6,83 DE b	9,53 BC a
Rio Tibagi	12,16 A b	14,77 A a
IAPAR 65	6,40 E b	9,27 BC a
Ônix	7,50 CDE a	7,81 C b
México 309	9,80 B a	9,81 BC b
Sem inoculante		8,88 B
Com inoculante		9,26 A

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Número de grãos por vagem e massa de 100 grãos de genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas ou não com rizóbio e adubadas ou não com nitrogênio em cobertura aos 25 DAE.

Genótipos	Nº de grãos/vagem	Massa de 100 grãos (g)
Carioca	5,12 A	24,25 BC
IAC Carioca Pyatã	4,19 E	22,60 CD
IAC Carioca Aruã	4,23 DE	19,85 E
IAC Carioca	4,94 AB	25,85 B
IAPAR 14	4,24 DE	23,03 C
AN 512672	4,82 AB	30,35 A
IAC Maravilha	4,64 BCD	25,29 B
IAC Una	4,76 ABC	24,10 BC
Rio Tibagi	4,66 BC	17,85 F
IAPAR 65	4,35 CDE	22,32 CD
Ônix	5,10 A	20,67 DE
México 309	4,93 AB	25,38 B
Sem inoculante	4,64 A	23,31 A
Com inoculante	4,69 A	23,62 A
Sem N em cobertura	4,69 A	23,02 B
Com N em cobertura	4,65 A	23,92 A

Médias na coluna seguidas de mesma letra dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

se somente diferenças entre os genótipos (Tabela 3), mas Carioca, Ônix, IAC Carioca, México 309, AN 512672 e IAC Una não apresentaram diferenças significativas.

Constatou-se efeito da adubação nitrogenada em cobertura na massa de 100 grãos (Tabela 3), concordando com Silva et al. (2000) que trabalhando com doses crescentes de N em cobertura, observaram incremento deste parâmetro, em relação ao tratamento testemunha (sem aplicação de N). Também houve diferenças significativas entre os genótipos, apresentando AN 512672 as sementes mais pesadas (30,35 g por 100 grãos). Resultado semelhante foi obtido por Lemos (1995), quando avaliou a massa de 100 grãos de 36 genótipos de feijão cultivados na época “de inverno”, em Jaboticabal, SP.

Com relação ao teor de N nas folhas, a interação genótipos x adubação em cobertura foi significativa (Tabela 4). Carioca, IAC Carioca Aruã, IAPAR 14 e IAPAR 65 apresentaram teores de N nas folhas abaixo do nível crítico indicado para o feijoeiro (Ambrosano et al., 1996a), quando não se aplicou N em cobertura.

Tabela 4 – Teor de nitrogênio nas folhas de genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas ou não com rizóbio e adubadas ou não com nitrogênio em cobertura aos 25 DAE.

Genótipos	Cobertura Nitrogenada	
	g kg ⁻¹	
	Sem nitrogênio	Com nitrogênio
Carioca	29,8 ABCD a	30,4 BC a
IAC Carioca Pyatã	30,6 ABC a	29,9 BC a
IAC Carioca Aruã	29,1 BCD a	30,3 BC a
IAC Carioca	33,7 A a	31,9 B a
IAPAR 14	26,4 CD a	29,4 BC a
AN 512672	30,0 ABC a	29,3 BC a
IAC Maravilha	31,7 AB a	29,2 BC a
IAC Una	32,4 AB a	32,8 B a
Rio Tibagi	33,9 A a	37,8 A a
IAPAR 65	25,5 D a	26,3 C a
Ônix	30,7 AB a	29,6 BC a
México 309	31,2 AB a	31,0 B a
Sem inoculante	30,5 A	
Com inoculante	30,6 A	

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No entanto, quando se realizou essa adubação o IAC Carioca Pyatã, IAPAR 14, AN 512672, IAC Maravilha, IAPAR 65 e Ônix tiveram teor abaixo do nível crítico indicado para a cultura.

Houve efeito significativo da interação genótipo x inoculante sobre a produtividade (Tabela 5). Na ausência de inoculação, México 309, IAC Carioca, AN 512672, IAC Maravilha, IAC Una e Carioca mostraram-se significativamente mais produtivos que IAC Carioca

Aruã e IAPAR 65. Com a inoculação das sementes destacaram-se México 309, Carioca e IAC Maravilha. Além disso, apenas Carioca, IAPAR 14 e México 309 foram responsivos à inoculação, indicando provavelmente satisfatória associação simbiótica com os rizóbios.

Apesar da ausência da avaliação de nódulos na planta, o ambiente criado no solo foi ideal para ótima atividade simbiótica, pois Franco & Neves (1992) afirmam que acidez do solo, baixa disponibilidade de fósforo e cálcio são responsáveis pelo decréscimo da atividade simbiótica e Araújo (1994) descreve que pH inferior a 5,5 provoca forte redução na nodulação do feijoeiro. No presente trabalho ficou evidenciado que tais condições foram satisfatórias, com pH de 5,8, teor de fósforo considerado médio e de cálcio alto (Rajj et al., 1996), ainda houve aplicação de termofosfato.

Tabela 5 – Produtividade de grãos de genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculadas ou não com rizóbio e adubadas ou não com nitrogênio em cobertura aos 25 DAE.

Genótipos	Sem inoculante	Com inoculante
	kg ha ⁻¹	
Carioca	2406 ABCD b	2858 AB a
IAC Carioca Pyatã	2203 BCDEF a	2261 CDEF a
IAC Carioca Aruã	1446 F a	1512 G a
IAC Carioca	2722 AB a	2662 BC a
IAPAR 14	1933 DEF b	2449 BCDE a
AN 512672	2566 ABC a	2703 BC a
IAC Maravilha	2528 ABC a	2769 ABC a
IAC Una	2431 ABCD a	1892 EFG b
Rio Tibagi	2324 BCDE a	2506 BCD a
IAPAR 65	1833 EF a	1752 FG a
Ônix	2127 CDEF a	2068 DEFG a
México 309	2925 A b	3313 A a
Sem N cobertura	2137 B	
Com N cobertura	2562 A	

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se ainda que IAC Una apresentou maior produtividade de grãos quando não foi inoculado e que o IAC Carioca Aruã atingiu baixas produções sem ou com inoculação.

Houve também influência significativa da adubação nitrogenada em cobertura, que propiciou maior produtividade de grãos em comparação ao tratamento sem adubação, ou seja, 2562 kg ha⁻¹ e 2137 kg ha⁻¹, respectivamente, diferença de 425 kg, que corresponde a 16,6% de aumento na produtividade de grãos. Malavolta (1979), Buzetti et al. (1992), Ambrosano et al. (1996b), Oliveira et al. (1996), Silva et al. (2000) e Soratto et al. (2000) também obtiveram incremento na produtividade de grãos com o aumento dos níveis de N aplicado em cobertura.

CONCLUSÕES

Os genótipos Carioca, IAPAR 14 e México 309, quando inoculados com a estirpe CM 255, aumentaram a produtividade de grãos.

A adubação nitrogenada em cobertura causou aumento na produtividade média de grãos do feijoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; CANTARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, p.194-195, 1996a (Boletim Técnico 100).
- AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; AMBROSANO, G.M.B.; BULISANI, E.A.; BORTOLETTO, N.; MARTINS, A.L.M.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; DE SORDI, G. Efeito do nitrogênio no cultivo de feijão irrigado no inverno. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.53, n.1, p.338-341, 1996b.
- ARAÚJO, R.S. Fixação biológica do nitrogênio em feijão. In: ARAÚJO, R.S.; HUNGRIA, M. (Ed.) *Microorganismos de importância agrícola*. Brasília: Embrapa-SP, 1994, 236p.
- ARF, O.; FORNASIERI FILHO, D.; MALHEIROS, E. B.; SAITO, S.M.T. Efeito da inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Carioca 80. I. Solo de alta fertilidade. *Científica*, São Paulo, v.19, n.1, p.29-38, 1991.
- BUZETTI, S.; ROMEIRO, P. J. M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; GUERREIRO NETO, G. Efeito da adubação nitrogenada em componentes da produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em diferentes densidades. *Cultura Agrônômica*, Ilha Solteira, v.1, n.1, p.11-19, 1992.
- CARVALHO, E.G.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Efeito de nitrogênio, molibdênio e inoculação das sementes em feijoeiro na região de Selvíria, MS. I – Produção de sementes. *Científica*, São Paulo, v.26, n.1/2, p.45-58, 1998.
- COLETTA FILHO, H. D. *Avaliação da fixação biológica do N₂ em genótipos de feijoeiro*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1993. 72p. Dissertação de Mestrado.
- DE-POLLI, H.; FRANCO, A. A. *Inoculação de sementes de leguminosas*. Seropédica: Embrapa-UAPNPBS, 1985, 31p. (Circular Técnica, 1).
- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. *Produção de feijão*. Guaíba: Agropecuária, 2000, 385p.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solo. *Sistema brasileiro de classificação dos solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 212p.
- FARIA, S. M.; DE-POLLI, H.; FRANCO, A. A. Adesivos para inoculação e revestimento de sementes de leguminosas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, p.169-76, 1985.
- FORNASIERI FILHO, D.; VITTI, G.C.; MALHEIROS, E.B.; DECARO, S.; LAM-SÁNCHEZ, A. Efeito da inoculação associada com a aplicação de micronutrientes e nitrogênio mineral na cultura do feijoeiro cv. Carioca 80. *Científica*, São Paulo, v.16, n.2, p.197-207, 1988.
- FRANCO, A. A.; NEVES, M. C. Fatores limitantes à fixação biológica de nitrogênio. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. (Eds.) *Microbiologia do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992, p.219-230.
- FREIRE, J.R.J. Fixação do nitrogênio pela simbiose *Rhizobium/Leguminosas*. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. (Cords.). *Microbiologia do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.121-140.
- HUNGRIA, M.; FRANCO, A.A. Effects of right temperature on nodulation and nitrogen fixation by *Phaseolus vulgaris* L. *Plant and Soil*, The Hague, v.149, p.95-102, 1993.
- LEMOS, L. B. *Avaliação de genótipos de feijão cultivados na época de inverno em Jaboticabal-SP*. Jaboticabal, UNESP/FCAV, 1995. 104p. Dissertação de Mestrado.
- MALAVOLTA, E. Adubos nitrogenados. In: MALAVOLTA, E. *ABC da Adubação*. São Paulo: Ceres, 1979. p.26-30.
- MERCANTE, F. M.; FRANCO, A. A.; MUNNS, D. N. *A inoculação do feijoeiro comum com rizóbio*. Seropédica: Embrapa-CNPAP, 1992. (Comunicado Técnico, 10).
- OLIVEIRA, I. P., ARAÚJO, R. S., DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coords.) *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafós, 1996. p.169-221.
- PEREIRA, P. A. A.; PORTES, T. A.; FRANCO, A. A. Capacidade de genótipos de feijoeiro de fixar N₂ atmosférico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, p.811-5, 1984.

- PEREIRA, P. A. A.; PORTES, T. A.; FRANCO, A. A. Selection for increased nodule number in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant and Soil*, The Hague, v.148, p.203-9, 1993.
- RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J. A. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).
- RAIJ, B. van. CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C.(Ed.) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1996. p.6-8 (Boletim Técnico, 100).
- ROSOLEM, C. A. *Nutrição e adubação do feijoeiro*. Piracicaba: Potafós, 1987. 93p. (Boletim Técnico, 8).
- RUSCHEL, A. P. Field evaluation of N_2 – fixation and N – utilization by *Phaseolus vulgaris* beans varieties determined by N^{15} isotope dilution. *Plant and Soil*, The Hague, v.65, p.397-407, 1982.
- SÁ, N. M. H. Selection and characterization of *Rhizobium* spp. Strains stable and capable in fixing nitrogen in bean. *Microbiology*, Madson v.24, p.38-48, 1993.
- SARRUGE, J. R., HAAG, H. P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p. (mimeografado).
- SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; CHIDI, S. N.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro de inverno. *Cultura Agronômica*, Ilha Solteira, v.9, p.1-17, 2000.
- SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; CHIDI, S. N.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Feijoeiro irrigado e aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. *Cultura Agronômica*, Ilha Solteira, v.9, p.115-32, 2000.
- SAINT CLAIR, D. A.; BLISS, F. A. Intrapopulation recombination for N^{15} determined dinitrogen fixation ability in common bean. *Plant Breeding*, Berlin, v.106, p.215-25, 1991.
- TAYLOR, R. W.; WILLIAMS, M. L.; SISTANI, K. R. N_2 fixation by soybean-*bradyrhizobium* combinations under acidity, low P and high Al stresses. *Plant and Soil*, The Hague, v.131, p.293-300, 1991.
- TSAI, S. M. Minimizing the effect of mineral nitrogen on biological nitrogen fixation in common bean by increasing nutrient levels. *Plant and Soil*, The Hague, v.152, p.131-38, 1993.
- VARGAS, A. A. T.; VILHORDO, A. M.; VOSS, M. *Fixação simbiótica do nitrogênio no feijoeiro. IV – Inoculação com *Rhizobium phaseoli* no cultivar Rio Tibagi no Espírito Santo, Vitória*. Vitória: ENCAPA, 1983. 6p. (Comunicado Técnico, 17).
- WOLYN, D. N. Distribution of nitrogen in common bean genotypes selected for differences in nitrogen fixation ability. *Plant and Soil*, The Hague, v.138, p.303-11, 1991.