

ESTIRPES DE *Rhizobium Tropici* NA INOCULAÇÃO DO FEIJOEIRO

Alessandro Nunes Ferreira¹; Orivaldo Arf¹; Marco Antonio Camillo de Carvalho^{2,5}; Ricardo Silva Araújo³; Marco Eustáquio de Sá^{1*}; Salatiér Buzetti⁴

¹Depto. de Fitotecnia e Economia e Sociologia Rural - FEIS/UNESP, C.P. 31 - CEP: 15385-000 - Ilha Solteira, SP.

²Pós-Graduando do Depto. de Fitotecnia, FCAV/UNESP.

³EMBRAPA Arroz e Feijão, C.P. 179 - CEP: 74001-970 - Goiânia, GO.

⁴Dep. de Ciência do Solo e Engenharia Rural da FEIS/UNESP.

⁵Bolsista FAPESP.

*Autor correspondente <mesa@agr.feis.unesp.br>

RESUMO: Avaliando o comportamento do feijoeiro inoculado com cinco estirpes de *Rhizobium tropici* e a adubação mineral com nitrogênio, sobre alguns fatores relacionados à sua produtividade, utilizou-se um delineamento experimental de blocos ao acaso, com oito tratamentos constituídos pela inoculação do feijoeiro cultivar IAC Carioca com cinco estirpes de *Rhizobium tropici* (CIAT 899 - estirpe referência; F35; F54; F81 e CM255), dois controles sem inoculação sendo um adubado com N na semeadura e em cobertura e outro sem adubação e um cultivar não nodulante (NORH 54) adubado; com seis repetições. Avaliaram-se: número de nódulos por planta; massa de material seco da parte aérea; teor de N nas folhas; número de vagens por planta; número de grãos por planta; número de grãos por vagem; peso de 100 grãos e produtividade de grãos. A inoculação de estirpes eficientes de *Rhizobium* em cultivar nodulante de feijoeiro, ou o cultivo deste em solos com população nativa eficiente, pode possibilitar a não utilização de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro, sem afetar a produtividade.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, feijão, fixação biológica de nitrogênio

***Rhizobium Tropici* STRAINS FOR INOCULATION OF THE COMMON BEAN**

ABSTRACT: To evaluate five *Rhizobium tropici* strains and N fertilization on the productivity components of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crop, an experimental design of randomized blocks was used. The eight treatments consisted of five *Rhizobium tropici* strains (CIAT899; F35; F54; F81, and CM255), two controls without inoculation (30 kg ha⁻¹ N with PK at sowing plus 30 kg ha⁻¹ N as top dressing, and other without fertilization NPK) with the IAC Carioca cultivar and one non-nodulating cultivar (NORH54). Number of nodules per plant, shoot dry mass, leaf N content, number of pods per plant, number of grains per plant, number of grains per pod, 100 grain weight, and grain yield, were evaluated. The nodulating cultivar with inoculation or in soil with efficient native population can eliminate the N top dressing with no decrease in yield.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, bean, biological nitrogen fixation

INTRODUÇÃO

O feijoeiro, a exemplo de outras leguminosas, apresenta a propriedade de fixar o nitrogênio da atmosfera quando em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, o que pode contribuir para a redução no uso de fertilizantes nitrogenados. Estudos visando aumento da produtividade do feijoeiro, através da fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico, têm mostrado a possibilidade de se obter rendimento de até 1600 kg ha⁻¹, na ausência de adubação nitrogenada (Döbereiner & Duque, 1980). No entanto, a prática de inoculação do feijoeiro ainda é recente, necessitando informações mais precisas sobre o assunto para que a mesma possa ser difundida e utilizada rotineiramente.

Aliado a este fato tem-se que, com a opção do cultivo de feijão no período de outono/inverno, a cultura tem sido implantada em novas áreas, dentre as quais destaca-se a região Noroeste de São Paulo, Sul de Mato

Grosso, Goiás, Minas Gerais, Tocantins e Mato Grosso do Sul, utilizando-se irrigação e insumos modernos. Neste contexto, a inoculação, como fonte de suprimento nitrogenado através das bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, seria um importante fator a ser utilizado para a redução dos custos.

Porém nestas áreas, mesmo no período de inverno, ocorrem altas temperaturas, que podem afetar a persistência dos rizóbios no próprio inoculante, como também pode influenciar a sobrevivência das células de rizóbios inoculados no solo, limitando tanto a nodulação quanto a fixação biológica de nitrogênio. Sendo assim, a escolha da espécie de *Rhizobium* é um fator importante para a fixação simbiótica de nitrogênio, pois existe grande variabilidade entre espécies e raças de *Rhizobium* com respeito à resposta a variações de temperatura. Foi observado que estirpes da espécie *Rhizobium tropici* são mais resistentes à temperaturas elevadas, que as estirpes de *Rhizobium leguminosarum* bv. *Phaseoli* (Goulart &

Baldani, 1993; Raposeiras et al. 1998; Oliveira et al., 1998). Sob altas temperaturas, houve estímulo à nodulação, sem prejuízo ao desenvolvimento das plantas, mostrando tolerância da simbiose com *R. tropici* a elevadas temperaturas (Araújo et al., 1993). Isto indica que mesmo com temperaturas elevadas a simbiose *Rhizobium*-feijoeiro pode não ser afetada por este fator e assim essa prática ser adotada com uma maior segurança. Conforme Oliveira et al. (1998) a dominância entre estirpes de *Rhizobium* é diferenciada pela temperatura e pelo estágio de desenvolvimento da planta sendo que, quando se comparou estirpes de *Rhizobium tropici* com a população nativa de *Rhizobium* foi verificado que a estirpe CIAT-899 se apresentou mais efetiva em temperatura de 25°C, enquanto que a 35°C a população nativa foi mais efetiva.

Além da temperatura, vários fatores do solo influenciam a nodulação e a fixação biológica do nitrogênio. Entre eles, a toxicidade por alumínio e manganês, deficiências de cálcio, fósforo e micronutrientes, são prejudiciais à simbiose (Lovato et al., 1985a e b). O nitrogênio é um nutriente cuja presença ou ausência afeta a simbiose de várias formas (Pereira, 1982). Em excesso o N mineral pode causar uma diminuição da eficiência simbiótica, porém quando em pequenas quantidades aplicadas na cultura do feijão, permite um aumento no crescimento dos nódulos e maior fixação de nitrogênio, sendo que teores muito baixos de nitrato no solo podem ser limitantes à atividade simbiótica (Franco & Döbereiner, 1968; Ruschel & Saito, 1977). Tsai et al. (1993) observaram que a nodulação e a fixação biológica de nitrogênio pelo feijoeiro responderam positivamente ao aumento dos teores de P, K e S do solo, e que quando o feijoeiro recebeu um balanço adequado de nutrientes não houve inibição, mas sim um efeito sinérgico da adubação nitrogenada sobre a nodulação e fixação do nitrogênio.

Este trabalho objetivou avaliar o comportamento de cinco estirpes de *Rhizobium tropici* e o uso da adubação mineral com nitrogênio, sobre alguns fatores relacionados à produtividade do feijoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento foi instalado em área pertencente à Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira - UNESP, localizada no município de Selvíria - MS, (51° 22' de Longitude Oeste e 20° 22' de Latitude Sul), com altitude de 335 metros. As médias anuais de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar são 1370 mm, 23°C e 70-80% respectivamente. O solo local é classificado como tipo Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, cujo resultado da análise química para fins de fertilidade, de amostras obtidas na camada de 0-20 cm apresentou: pH (CaCl₂) = 5,4; M.O. (g kg⁻¹) = 25; P_{resina} (mg dm³) = 22; K = 1,5, Ca = 21, Mg = 20, H+Al = 0,0 (mmol_c dm³); e V(%) = 60.

O preparo do solo foi constituído por uma aração e duas gradagens leves, sendo a primeira logo após a aração, e a segunda às vésperas da semeadura para incorporação do herbicida trifluralin (800 g i.a/ha). Em seguida foi realizada a abertura dos sulcos mecanicamente, com espaçamento de 0,5 m entre linhas. A semeadura foi realizada manualmente em 15.05.1995, utilizando-se o cultivar IAC Carioca e o cultivar não nodulante NORH 54, obtendo-se um stand final de 12 plantas m⁻¹. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com oito tratamentos, em seis repetições. Cada parcela foi constituída por seis linhas de 5 m de comprimento. Os tratamentos foram sementes de feijoeiro cultivar IAC Carioca inoculados com cinco estirpes de *Rhizobium tropici* (CIAT 899 - estirpe referência; F35; F54; F81 e CM255), dois controles sem inoculação sendo um sem adubação e outro adubado na semeadura com 30 kg ha⁻¹ de N (uréia) mais 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 25 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) e mais 30 kg ha⁻¹ de N em cobertura (uréia). Utilizou-se também um cultivar não nodulante (NORH 54) que recebeu adubação de 250 kg ha⁻¹ da formula 04-30-10 na semeadura e 30 kg ha⁻¹ de N (uréia) em cobertura. Os tratamentos inoculados receberam 250 kg ha⁻¹ da formula 04-30-10 na semeadura. A inoculação das sementes foi realizada momentos antes da semeadura, na dose de 200 gramas de inoculante (turfa moída) para 40 kg de sementes, sendo considerada uma concentração mínima de 10⁸ células viáveis/grama de turfa. As estirpes foram fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP-EMBRAPA). A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada 25 dias após a emergência das plantas.

Durante o desenvolvimento da cultura foi realizada uma capina manual e tratos fitossanitários visando ao controle de pragas (mosca branca, ácaro branco, cigarrinhas e vaquinhas) e doenças (mancha angular, antracnose e ferrugem) que ocorrem na cultura do feijão "de inverno" na região. O experimento foi conduzido em regime de irrigação, por sistema de aspersão convencional, sendo que o fornecimento hídrico foi realizado de acordo com a necessidade da cultura (Frizzone et al., 1982). Por ocasião da colheita foram utilizadas as duas linhas centrais de cada parcela, desprezando-se 0,5 m das extremidades.

Por ocasião do florescimento (50% das plantas de cada parcela apresentando flores) foram avaliadas as seguintes variáveis: a) massa de material seco da parte aérea, avaliada em oito plantas coletadas ao acaso na área útil da parcela. Folhas e ramos foram lavadas com água destilada e secos em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 60-70°C, até peso constante; b) teor de nitrogênio nas folhas, utilizando-se todas as folhas das oito plantas oriundas da determinação de massa de material seco, que foram moídas em moinho tipo Willey e submetidas a digestão sulfúrica (Sarruge & Haag, 1974), procedendo-se a destilação em destilador de nitrogênio microkjeldhal; c) número de nódulos/planta, determinado

através da contagem de nódulos em 5 plantas por tratamento, em um bloco. Na colheita (maturação fisiológica das plantas), foram coletadas 10 plantas na área útil de cada parcela para determinação de: d) número de vagens/planta, número total de vagens/número de plantas; e) número de grãos/planta, número total de grãos/número de plantas; f) número médio de grãos/vagem, número total de grãos/número total de vagens; g) produtividade de grãos, transformando-se o peso de grãos obtidos para kg ha^{-1} (13% base úmida) e h) peso de 100 grãos, coletados ao acaso em duas amostras de 100 grãos/parcela.

Considerando-se o delineamento experimental utilizado, o esquema de análise de variância empregado foi descrito por Gomes (1976), utilizando-se para comparação de médias o teste de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de massa de material seco da parte aérea de plantas e teor de nitrogênio nas folhas e número de nódulos por planta, encontram-se na TABELA 1. Para a produção de massa de material seco da parte aérea de plantas, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Isso indica que a simbiose feijoeiro-rizóbio foi capaz de fixar N atmosférico e suprir as necessidades das plantas, proporcionando desenvolvimento semelhante àquelas que receberam adubação nitrogenada em cobertura. Mendes et al. (1998) também não observaram resposta significativa à inoculação, quanto à produção de matéria seca. Mendonça et al. (1998), apesar de não terem observado efeito significativo da inoculação sobre a produção de matéria seca, verificaram tendência dessa ser maior no tratamento com adubação nitrogenada.

Quanto aos teores foliares de nitrogênio, não houve efeito significativo dos tratamentos. A adubação nitrogenada e o estabelecimento da simbiose resultaram em mais N nas folhas, em relação ao cultivar não nodulante, mostrando a importância da fixação biológica de nitrogênio (FBN) para o feijoeiro. Esses resultados não estão de acordo com Endo (1986), o qual verificou maiores teores do nutriente nas folhas, resultante da aplicação de N em cobertura, quando comparado com a testemunha, N no plantio, N parcelado, e inoculação associada ao nitrogênio no plantio. Por outro lado, concordam com Carvalho (1994) que não encontrou efeito significativo quando testou inoculação de sementes e diferentes modos e épocas de aplicação de nitrogênio. Os teores de N obtidos através da diagnose foliar estiveram acima do nível considerado crítico para a cultura, o qual segundo Ambrosano et al. (1996) é de 30 g kg^{-1} nas folhas, no período do florescimento, época em que também foi feita a amostragem neste experimento. Mesmo no tratamento testemunha (sem adubação e sem inoculação) e no cultivar não nodulante, os teores foliares de nitrogênio se encontravam acima deste valor crítico.

Em relação ao número de nódulos por planta, os tratamentos que não receberam inoculação, também apresentaram nódulos, indicando a presença de estirpes nativas no solo, as quais embora capazes de suprir as plantas com o N_2 fixado simbioticamente, pode ter limitado o estabelecimento das estirpes inoculadas. Verificou-se que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. A estirpe F 35 proporcionou nodulação significativamente superior as estirpes F 81, CM 255 e aos tratamentos testemunhas, porém não diferiu significativamente das estirpes CIAT 899 e F 54, as quais não diferiram e também não diferiram das estirpes F 81 e CM 255 e da testemunha não inoculada. Algumas estirpes apresentaram melhores adaptações as condições ambientais, podendo ser recomendadas para utilização, pois o aumento da capacidade de nodulação tem sido um dos principais fatores a serem considerados em processos de seleção, visando ao aumento da eficiência da fixação biológica de nitrogênio, embora não seja considerado como medida da eficiência de funcionamento dos nódulos (Herridge e Danso, 1995). Nos tratamentos não inoculados, o que recebeu adubação nitrogenada apresentou menor número de nódulos, o que confirma o efeito negativo da adubação nitrogenada na nodulação. Estes resultados concordam com os obtidos por Mendonça et al. (1998) e Mendes et al. (1998), os quais observaram diminuição da nodulação em presença de adubação nitrogenada. Vargas et al. (1991) verificaram,

TABELA 1 - Massa de material seco da parte aérea, teor de nitrogênio nas folhas e número de nódulos/planta de feijoeiro, cv. IAC Carioca inoculado com estirpes de *Rhizobium tropici* e do cultivar não nodulante.

Tratamentos	Massa de	Teor de	Número de
	material seco da parte aérea	nitrogênio nas folhas	nódulos/ planta
	g por planta	g kg^{-1}	
Testemunha NI e NA	5,7 a	38,7 a	61 bc
Testemunha (Ns + Nc)	6,1 a	43,0 a	45 c
CIAT 899	5,7 a	41,7 a	84 ab
F.35	5,4 a	40,3 a	99 a
F.54	6,0 a	37,5 a	79 ab
F.81	6,2 a	42,1 a	56 bc
CM 255	5,3 a	38,8 a	57 bc
Cultivar não nodulante ¹	4,9	33,3	0
C.V. (%)	15,6	9,9	20,0
F	1,0 n.s.	2,4 n.s.	10,1**

¹não considerado na análise estatística; NI = não inoculado; NA = não adubado; Ns = nitrogênio na semente e Nc = nitrogênio em cobertura; n.s. - não significativo; ** - Significativo a $P < 0,01$ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

independentemente da inoculação com *Rhizobium*, que todas as plantas de feijoeiro apresentaram nodulação, indicando a presença de estirpes nativas na área. O cultivar não nodulante, como era esperado, não apresentou nódulos.

No que se refere ao número de vagens por planta, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (TABELA 2). Os maiores valores foram obtidos no tratamento não inoculado e adubado na sementeira e em cobertura, e no inoculado com a estirpe F81. O cultivar não nodulante apresentou poucas vagens por plantas em relação ao cultivar carioca, reforçando o fato de que o número de vagens por planta vai depender do cultivar que está sendo utilizado. Nesse sentido, Carvalho et al. (1998) verificaram, para o cultivar IAC Carioca, valores que variaram de 8,05 a 9,52 e Pereira (1998), para o cultivar NORH 54, observou valores de 3,57 a 6,12, concordando com os valores obtidos.

Na TABELA 2 observa-se que, quanto ao número de grãos por planta, ocorreram diferenças significativas apenas entre os tratamentos não inoculado adubado e o inoculado com a estirpe CM 255. Assim, para o cultivar nodulante, os resultados indicaram haver diferença significativa entre as estirpes, na capacidade de fornecer N à plantas, evidenciando a importância da escolha da estirpe para a inoculação das sementes.

O número de grãos por vagem, apesar de ser uma característica de alta herdabilidade genética e portanto relacionada com o cultivar utilizado apresentou, dentro do cultivar nodulante, diferença significativa entre o tratamento não inoculado adubado e o inoculado com a estirpe F 81.

Entretanto, para os parâmetros peso de 100 grãos e produtividade, esses dados são compensados pelo número de vagens por planta, e essas diferenças não foram mais observadas (TABELA 2). O cultivar não nodulante NORH 54 apresentou valores inferiores ao cultivar nodulante, para todos os parâmetros avaliados, exceto o peso de grãos. Dessa forma, a inoculação do cultivar nodulante mostra-se como uma importante prática, tendo-se em vista que apresenta aumentos semelhantes nos componentes de produção, quando comparados ao tratamento com a aplicação de nitrogênio no sulco de sementeira e em cobertura. No entanto, existem estirpes mais eficientes. As estirpes F 35, F 54 e CIAT 899 de uma forma geral mostraram tendência em aumentar a produtividade do feijoeiro inoculado, que não foi observado para as estirpes F 81 e CM 255. Em caso de recomendação de estirpes para a inoculação, sua adaptação às condições locais se torna relevante.

Verifica-se na TABELA 2 que nenhuma diferença significativa foi observada para a variável peso de 100 grãos. Carvalho et al. (1998) e Pereira (1998), verificaram valores semelhantes para o cultivar IAC Carioca e para o cultivar NORH 54, respectivamente.

Os resultados de produtividade obtidos (TABELA 2) não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos com o cultivar IAC Carioca. O cultivar não nodulante apresentou baixa produtividade, reforçando a ideia do efeito de cultivares. Ressalta-se que tanto para os tratamentos testemunha quanto para os tratamentos de inoculação os teores foliares de nitrogênio apresentaram-se acima do nível crítico, sugerindo que este nutriente não

TABELA 2 - Número de vagens/planta, grãos/planta, grãos/vagem; peso de 100 grãos e produtividade de grãos de feijoeiro cv. IAC Carioca inoculado com estirpes de *Rhizobium tropici* e do cultivar não nodulante. (Média de 6 repetições).

Tratamentos	Número de vagens/planta	Número de grãos/planta	Número de grãos/vagem	Peso de 100 grãos	Produtividade de grãos
				----- g -----	---- kg ha ⁻¹ ----
Testemunha NI e NA	8,2 a	42,6 ab	5,2 ab	20,8 a	1921 a
Testemunha (Ns + Nc)	10,6 a	58,2 a	5,5 a	22,1 a	2211 a
CIAT 899	8,6 a	44,4 ab	5,1 ab	20,8 a	2040 a
F.35	8,2 a	40,3 ab	4,9 ab	20,7 a	2142 a
F.54	8,5 a	43,9 ab	5,3 ab	20,4 a	1972 a
F.81	9,2 a	43,6 ab	4,7 b	20,4 a	1894 a
CM 255	7,6 a	39,8 b	5,2 ab	20,5 a	1816 a
Cultivar não nodulante ¹	5,3	21,2	4,2	20,5	976
C.V. (%)	21,1	22,5	6,7	4,9	12,1
F	1,71 n.s.	6,53 *	2,96*	1,66 n.s.	1,99 n.s.

¹ não considerado na análise estatística; NI = não inoculado; NA = não adubado; Ns = nitrogênio na sementeira e Nc = nitrogênio em cobertura; n.s. - não significativo; * - significativo a P < 0,05

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P < 0,05).

foi limitante para a produção e que, muito embora este valor também tenha sido acima do nível mínimo para o cultivar não nodulante, a produtividade foi menor neste cultivar. Da mesma forma, Mendonça et al. (1998), trabalhando com a aplicação de nitrogênio e inoculação, não observaram diferenças significativas entre o tratamento que recebeu adubação nitrogenada e os que foram inoculados. Esses dados evidenciam que a fixação biológica de N pode suplementar a adubação nitrogenada na cultura do feijão, permitindo redução nas doses de adubo nitrogenado, sem perdas no rendimento de grãos.

CONCLUSÃO

A inoculação de estirpes eficientes de *Rhizobium* em cultivar nodulante de feijoeiro ou seu cultivo em solos com população nativa eficiente pode possibilitar a não utilização de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro, sem afetar a produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. 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**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. cap.19, p.187-199.
- ARAÚJO, J.L.S.; STRADIOTTO, R.; FRANCO, A.A. Seleção de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) para fixação biológica de nitrogênio em condições de temperaturas elevadas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., Londrina, 1993. **Resumos**. Londrina: IAPAR, 1993. p.136.
- CARVALHO, E.G. Efeito do nitrogênio, molibdênio e inoculação das sementes em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na região de Selvíria - MS. Ilha Solteira, 1994. 54p. Monografia (Graduação) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.
- CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E. Efeito de espaçamentos e épocas de semeadura sobre o desempenho do feijão: I. Produção de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, p.195-201, 1998.
- DÖBEREINER, J.; DUQUE, F.F. Contribuição da pesquisa em fixação biológica do nitrogênio para o desenvolvimento do Brasil. In: CURSO SOBRE FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO, 3., Rio de Janeiro, 1980. 23p. /Mimeografado/
- ENDO, R.M. Efeito de inoculação, de nitrogênio mineral e fornecimento de micronutrientes, sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) de inverno, cultivar Carioca 80. Jaboticabal, 1986. 48p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- FRANCO, A.A.; DÖBEREINER, J. Interferência do cálcio e nitrogênio na fixação simbiótica do nitrogênio por duas variedades de *Phaseolus vulgaris* L. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.3, p.223-227, 1968.
- FRIZZONE, J.A.; CASSIANO SOBRINHO, F.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Efeito da irrigação e da adubação fosfatada sobre a produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA, CNPAF, 1982. p.169-172.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 6.ed. Piracicaba: ESALQ, 1976. 430p.
- GOULART, L.S.; BALDANI, J.I. Efeito do choque térmico na expressão de estirpes de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* e *Rhizobium tropici*. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 4., Londrina, 1993. **Resumos**. Londrina: IAPAR, 1993. p.133
- HERRIDGE, D.F.; DANSO, S.K.A. Enhancing crop legume N₂ fixation through selection and breeding. **Plant Soil**, v.174, p.51-82, 1995.
- LOVATO, P.E.; PEREIRA, J.C.; VIDOR, C. Flutuação populacional de estirpes de *Rhizobium phaseoli* na rizosfera de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.9, p.211-218, 1985a.
- LOVATO, P.E., PEREIRA, J.C.; VIDOR, C. Flutuação populacional de *Rhizobium phaseoli* em solos com e sem calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.9, p.9-12, 1985b.
- MENDES, L.C.; VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. Adubação nitrogenada e inoculação do feijoeiro em solo dos cerrados. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., Caxambu, 1998. **Resumos**. Caxambu: Universidade Federal de Lavras, 1998. p.202.
- MENDONÇA, L.F.; MARQUES, E.M.G.; ARAÚJO, R.S. Resposta do feijoeiro a cinco estirpes e rizóbio e à adubação nitrogenada no estado do Espírito Santo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., Caxambu, 1998. **Resumos**. Caxambu: Universidade Federal de Lavras, 1998. p.200.
- OLIVEIRA, C.A.; VASCONCELOS, C.A.; MARRIEL, I.E.; PEREIRA FILHO, A.; SÁ, N.M.H. Efeito da temperatura sobre a fixação de N₂ do feijoeiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., Caxambu, 1998. **Resumos**. Caxambu: Universidade Federal de Lavras, 1998. p.181.
- PEREIRA, P.A.A. Fixação biológica de nitrogênio do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, v.8, p.41-46, 1982.
- PEREIRA, J.R.D'E. Avaliação de estirpes de *Rhizobium tropici* para inoculação em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): produção e qualidade de sementes. Ilha Solteira, 1998. 31p. Monografia (Graduação) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.
- RAPOSEIRAS, R.; PINTO, P.P.; PASSOS, R.V.M.; SCOTTI, M.R.M.M.L.; PAIVA, E.; SELDIN, L.; SÁ, N.M.H. Variabilidade de colônias isoladas de estirpes de *Rhizobium* efetivas na nodulação do feijoeiro, antes e após exposição à temperatura elevada. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., Caxambu, 1998. **Resumos**. Caxambu: Universidade Federal de Lavras, 1998. p.208.
- RUSCHEL, A.P.; SAITO, S.M.T. Efeito da inoculação de *Rhizobium*, nitrogênio e matéria orgânica na fixação simbiótica de nitrogênio em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.1, p.21-24, 1977.

- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Depto. de Química, 1974. 56p.
- TSAI, S.M.; BONETTI, R.; AGBALA, S.M.; ROSSETTO, R. Minimizing the effect of mineral nitrogen on biological nitrogen fixation in common bean by increasing nutrient levels. **Plant and Soil**, v.152, p.131-138, 1993.
- VARGAS, A.A.T.; SILVEIRA, J.S.M.; ATHAYDE, J.T.; ATHAYDE, A.; 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.267-272, 1991.
- YOKOYAMA, L.P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos sócio econômicos da cultura. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. cap.1, p.1-21.

Recebido em 06.04.99