

Nodulação em diferentes variedades de feijão inoculadas com *Rhizobium tropici*

Renato Cassol de Oliveira¹ e Jhon Maykel Sbardelotto¹

¹Faculdade Assis Gurgacz– FAG, Curso de Agronomia. Avenida das Torres, 500. CEP: 85.806-095. Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR. renato@fag.edu.br

Resumo: O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura extremamente importante no cenário agrícola nacional por estar inserido como principal alimento na dieta da população brasileira. Devido á baixa fertilidade dos solos, investimentos em adubação resultam em custos adicionais ao produto final. A inoculação, como forma de suplementar o requerimento de nitrogênio pelo feijoeiro, é um importante fator para a redução dos custos. Este trabalho foi desenvolvido visando avaliar o potencial de nodulação em diferentes variedades de feijão, inoculadas com *Rhizobium tropici*, em condições de casa de vegetação. Para tanto, sementes das cultivares de feijão: Uirapuru, Siriri, Eldorado, Horizonte, Cometa e Pontal foram inoculadas com *Rhizobium tropici* na dose de 200 gramas de inoculante (turfa moída) para 40 kg de sementes e plantadas em vasos. Para cada tratamento foram elaboradas cinco repetições, com três plantas por vaso e respectivos tratamentos testemunha. As plantas foram acompanhadas por 35 dias após a emergência, para avaliação da nodulação, massa verde e seca. As plantas foram retiradas e lavadas em água, para remoção do solo adjacente as raízes e posteriormente os nódulos foram removidos e quantificados. As plantas foram pesadas para determinação de massa verde e submetidas a secagem em estufa a 105°C/24 horas para verificação da massa seca. A variedade de feijão Eldorado foi a que apresentou melhor nodulação, a qual pode ser uma opção para cultivo com uso de inoculante, visando a redução do uso de adubação nitrogenada.

Palavras-chave: nódulos, *Phaseolus vulgaris*, fixação de nitrogênio.

Nodulation in different varieties of beans inoculated with *Rhizobium tropic*

Abstract: The bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is extremely important for being inserted into the main food in the diet of populations. Due to low soil fertility, investment in fertilizer result in additional costs to the final product. Inoculation, in order to supplement the nitrogen requirement of the bean plant, is an important factor in reducing costs. To evaluate the potential for nodulation of different varieties of beans inoculated with *Rhizobium tropici*, in greenhouse conditions, this work was done. For this, seeds of the bean: Uirapuru Siriri, Eldorado, Horizon, Comet and Pontal were inoculated with *Rhizobium tropici* at a dose of 200 grams of inoculant (peat ground) to 40 kg of seed and planted in pots. For each treatment five replicates were prepared with three plants per pot treatments and their witness. Plants were monitored for 35 days after emergence, to evaluate the nodulation, fresh and dry mass. Plants were harvested and washed with water to remove soil surrounding the roots and the nodules were subsequently removed and quantified. The plants were weighed for determination of fresh and dried in an oven at 105°C/24 hours for verification of the dry mass. The variety of beans Eldorado showed the best nodulation, which may be an option for cultivation with the use of inoculant, aimed at reducing the use of nitrogen fertilizer.

Key Words: nodules, *Phaseolus vulgaris*, nitrogen fixation

Introdução

O feijão *Phaseolus vulgaris* L., é extremamente importante por estar inserido como principal alimento na dieta das populações de baixa renda, principalmente na América Latina e na África (Straliotto, 2002; Perin *et al.*, 2004). No Brasil é a principal fonte de proteínas na mesa do brasileiro. O Brasil hoje é o segundo maior consumidor e o maior produtor, sendo a produtividade média de 700 kg.ha⁻¹, a qual é considerada baixa (Assis, 2005). Todavia, tem aumentado o interesse em estudar a cultura, buscando adequar a um modelo de produção tecnificada e competitiva (Soratto, 2005).

Devido á baixa fertilidade dos solos brasileiros, investimentos em fertilidade do solo, conseqüentemente aumentam a produtividade (Oliveira *et al.*, 2004). Segundo Straliotto (2002) altos investimentos explicam aumento nos custos de produção, impacto ao meio ambiente e altas produtividades. De acordo com Silveira e Stone (1994) com a utilização de irrigação, insumos de qualidade e quantidade exata, os rendimentos aumentam de quatro a seis vezes a média nacional, demonstrando assim, que a tecnologia e fator decisivo para a produtividade.

Dentre os nutrientes essenciais ao bom desenvolvimento da cultura, o nitrogênio (N) é o elemento que as plantas necessitam para propiciar bom desenvolvimento e maior produtividade de grãos (Malavolta, 1989). Todavia, a adubação nitrogenada tem gerado um maior custo de produção e questionamentos sobre qual a melhor fonte nutricional (Barbosa Filho, 2005).

Todavia, desenvolvimento de tecnologias que propiciem a redução dos custos de produção, mas que melhorem os níveis de produtividade, são fundamentais. Neste sentido, Döbereiner e Duque (1980) ressaltam que o feijoeiro, a exemplo de outras leguminosas, apresenta a propriedade de fixar o nitrogênio da atmosfera quando em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, sendo esta uma tecnologia barata, mas muito eficiente.

A inoculação, como forma de suplementar o requerimento de nitrogênio pelo feijoeiro, é um importante fator para a redução dos custos e, de acordo com Straliotto (2002) pode resultar em níveis de produtividade entre 1500 e 2000 kg ha⁻¹. O mesmo autor informa que a suplementação com adubo nitrogenado na época do florescimento permite que este patamar supere os 3000 kg.ha⁻¹, conforme dados registrados na região dos Cerrados, em cultivos irrigados.

Outra alternativa de fazer a complementação de nitrogênio a planta e a utilização de N mineral no qual em excesso diminui a eficiência simbiótica, porém quando em pequenas

quantidades, permite um aumento no crescimento dos nódulos e maior fixação de nitrogênio (Franco e Döbereiner, 1968; Ruschel e Saito, 1977).

Segundo Vargas *et al.* (1991) verificaram que independentemente da inoculação com *Rhizobium*, todas as plantas de feijoeiro apresentaram nódulos, indicando a presença de estirpes nativas no solo. De acordo com Stralio (2002) o indicativo de boa nodulação pode ser obtido pela constatação da formação superior a 20 nódulos por planta, os quais devem apresentar cor vermelha para que o nódulo esteja ativo.

O conhecimento de que *Rhizobium tropici* proporciona maior estabilidade genética e maior resistência à temperaturas elevadas, que as estirpes de *R. leguminosarum* bv. *phaseoli* permitiu a recomendação dessa espécie para a cultura do feijoeiro (Goulart e Baldani, 1993; Raposeiras *et al.*, 1998;).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial de nodulação em diferentes variedades de feijão inoculadas com *Rhizobium tropici*, em condições de casa de vegetação.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da FAG, Cascavel, PR, localizado na região do oeste do Paraná, a 24° 58' de latitude sul e 53° 26' de longitude oeste de Greenwich, com uma altitude média de 720 metros o clima é temperado mesotérmico e superúmido, com temperatura anual em torno de 21°C e solo classificado como latossolo vermelho distroférico.

Para elaboração dos tratamentos, solo de local não cultivado foi peneirado e acondicionados em vasos (10 kg), mantidos em casa de vegetação. As sementes das cultivares de feijão: Uirapuru, Siriri, Eldorado, Horizonte, Cometa e Pontal foram inoculadas com *Rhizobium tropici* na dosagem recomendada pelo fabricante 5 ml/kg de semente e plantadas a uma profundidade de 2 cm. Para cada variedade (tratamento) foram elaboradas cinco repetições, com três plantas cada. Para todas as variedades foram elaborados tratamentos testemunha (sem inoculante).

Foi realizada irrigação periódica, para manter a umidade do solo na capacidade de campo. As plantas foram acompanhadas por 35 dias após a emergência, para avaliação da nodulação. Ao final deste período as plantas foram cuidadosamente removidas e lavadas em água, para retirada do solo adjacente as raízes e posteriormente os nódulos foram recolhidos e quantificados. As plantas foram pesadas para determinação de massa verde e, submetidas a secagem em estufa a 105°C/24 horas para verificação do peso seco.

Os dados foram submetidos à análise estatística para comparação de médias a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR.

Resultados e Discussão

Quanto à nodulação, a variedade Eldorado foi a que apresentou melhor resultado com média de 37 nódulos por repetição, quando inoculada, seguida de Uirapuru inoculado com 21 nódulos, o qual não diferiu estatisticamente das demais variedades que foram inoculadas (Tabela 1).

Verificou-se que em todas as variedades, os tratamentos não inoculados formaram nódulos indicando a presença de bactérias simbiotes fixadoras de nitrogênio nativas no solo. Todavia, a formação de nódulos foi inferior a 50% quando comparado com os tratamentos que receberam inoculante.

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a nodulação foi significativa, principalmente quando as variedades receberam inoculante, concordando com as descrições de Vargas *et al.*, (1991) e Straliozzo (2002), que ressaltam em seus trabalhos que valores superiores a 20 nódulos por planta são indicativo de boa nodulação.

A importância da nodulação pode ser percebida no volume de massa nos tratamentos. Variedades inoculadas como a Pontal apresentaram até 81% e 83% de matéria verde e seca, respectivamente em relação ao tratamento sem inoculante. A variedade Eldorado inoculado que teve os maiores valores de nodulação apresentou 25,6% e 22,2% a mais de massa verde e seca, respectivamente, em relação ao seu tratamento testemunha.

Embora, Mendes *et al.* (1998) não observaram resposta significativa do feijão à inoculação, quanto à produção de matéria seca, neste estudo, ficou evidente a influência do inoculante no ganho de massa.

Os tratamentos inoculados apresentaram média de 22,84 nódulo/planta, contra 6,63 nódulos/planta para os não inoculados. De acordo com Ferreira *et al.* (2000) e Straliozzo (2002), plantas que apresentam melhor estrutura e conseqüentemente, maior reserva energética, apresentam melhores índices de produtividade.

A presença de maior quantidade de massa verde pode ser correlacionada a maior área foliar, espessamento caulinar e crescimento radicular, características estas que propiciam melhor atividade fotossintética, suporte das plantas ao carregamento de vagens e ao tombamento e maior exploração de nutrientes no solo, contribuindo com melhor produtividade.

Por ser o nitrogênio o elemento fundamental para propiciar o bom desenvolvimento e produtividade de grãos (Malavolta, 1989), a uso de fertilizantes nitrogenados pode suprir as necessidades da cultura (Barbosa Filho, 2005), porém com aumento de custos de produção.

Tabela 1. Nodulação, Massa verde e seca (g) de diferentes variedades de feijão com e sem inoculação de *Rhizobium tropici*

Tratamentos	Nódulos	Massa verde	Massa seca
Uirapuru Testemunha	5,0de	15,2e	2,2f
Uirapuru Inoculado	27,5ab	25,0de	4,0def
Siriri Testemunha	7,0de	26,0cde	4,2def
Siriri Inoculado	15,0bcde	30,0bcde	3,7def
Eldorado Testemunha	15,0bcde	38,7bcd	7,0bcd
Eldorado Inoculado	37,5a	52,0ab	9,0ab
Horizonte Testemunha	3,0e	24,0de	3,0ef
Horizonte Inoculado	21,0bd	34,0bcde	6,7bcde
Cometa Testemunha	2,0e	31,0bcde	5,0cdef
Cometa Inoculado	18,0bcd	48,0bc	8,2bc
Pontal Testemunha	7,7cde	14,0e	2,2f
Pontal Inoculado	18,0bcd	73,0a	12,7a
C.V.	38,5	27,9	26,7

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

C.V.: Coeficiente de variação

A fixação biológica de nitrogênio por bactérias simbiotes, por ser um processo natural, permite economizar em adubação química nitrogenada, sem reduzir produtividade e sem prejudicar o meio ambiente, garantindo maior competitividade aos produtos agrícolas, tal como destacado por Hungria *et al.* (1997) que ressalta que a nodulação das raízes supre as necessidades das plantas leguminosas.

Entretanto, Pereira *et al.* (1991) argumenta que solos de baixa resposta à inoculação encontram-se estirpes de rizóbio estabelecidas, que podem ser eficientes em determinados hospedeiros, competindo com os rizobios inoculados. De acordo a estes autores, plantas que apresentarem menos que 5 nódulos viáveis até os 35 dias, recomendam-se a aplicação de nitrogênio em cobertura.

Por outro lado, Stralio (2002) destaca que havendo a formação de pelo menos 20 nódulos em cada planta, com aproximadamente 4 a 5 mm de diâmetro e com coloração avermelhada no interior é indicando que o nódulo está ativo e suprem quase que totalmente, as necessidades de nitrogênio da planta.

Conclusão

A variedade de feijão Eldorado foi a que apresentou melhor nodulação, a qual pode ser uma opção para cultivo com uso de inoculante, visando à redução do uso de adubação nitrogenada.

Referências

- 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.
- ASSIS, O. B. G. Tratamentos de silanização em grãos de feijão po hexametildissilazana: resultados preliminares. **Ciência Rural**. v.35, n.1, 2005.
- BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. Fontes, doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para feijoeiro comum irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 69-76, jan./fev. 2005.
- PEREIRA, J.C. Eficiência e capacidade competitiva de estirpes de *Rhizobium leguminosarum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 1073-1080, 1991.
- DÖBEREINER, J. DUQUE, F.F. Contribuição da pesquisa em fixação biológica do nitrogênio para o desenvolvimento do Brasil. In: Fixação Biológica do Nitrogênio, **Reunião**, 3., Rio de Janeiro, 1980
- FERREIRA, A. N.; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C.; ARAÚJO, R. S.; SÁ, M. E. de.; BUZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.3, p.507-512, jul./set. 2000.
- 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**, Brasília, v.3, 1968.
- 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.
- HUNGRIA, M. 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. **ABC da adubação**. 5.Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292 p.
- MARTÍNEZ-ROMERO, E.; SEGOIA, L.; MERCANTE, F.M.; FRANCO, A.A.; GRAHAM, P.; PARDO, M.A. *Rhizobium tropici*, a novel species nodulating *Phaseolus vulgaris* L. beans and *Leucaena spp.* trees. **International Journal of Systematic Bacteriology**. v.5,1991.
- 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.

OLIVEIRA, R. M. B.; OLIVEIRA, F. A.; GUEDES, K. Fertilização nitrogenada e irrigação na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L) em casa de vegetação. **Revista de Biologia e Ciências de Terra**. v.4, n.2, 2004.

PERIN, E.; VIEIRA, J. A. N.; LOVATO, L. F.; MACHADO, M. L. S.; BERTUOL, O. Referências nodulares para a Produção de Feijão na Região Sudoeste do Paraná. **RESES: Referências para a Agricultura Familiar**. Governo do Paraná, SEAB, EMATER, IAPAR, 2004.

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.

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, 1977.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, L. M.; LEMOS, L. B. Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto. **Bragantia** v.64. n.2. 2005.

STRALIOTTO, R. A importância da inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro. Embrapa, CNPAB. **Agrobiologia. Seropédica**, RJ. 6 p. 2002. Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/fbml_inocula_feijoeiro.html>. Acesso em: 05 de maio de 2010.

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.

Recebido em: 24/04/2011

Aceito para publicação em: 23/05/2011