

INFORMAÇÕES GERAIS DO TRABALHO

Título do Trabalho: Resposta do feijoeiro à inoculação com rizóbio e à suplementação com nitrogênio mineral

Autores: Isaias dos Santos Silva; Leziane Costa Faria; Lindomar Canuto da Silva; Ana Flávia Matias Gonçalves; Sheila Isabel do Carmo Pinto

Palavras-chave: inoculante; FBN; ureia.

Campus: Bambuí

Área do Conhecimento (CNPq): Fertilidade do solo e adubação (5.01.01.05-6)

RESUMO

No Brasil, a importância social e econômica da cultura do feijoeiro é evidenciada, principalmente, por representar uma importante fonte proteica na dieta alimentar da população e pelo contingente de pequenos produtores envolvidos na sua produção. O nitrogênio é um dos elementos mais limitantes à produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Muitos trabalhos demonstram que há resposta dessa cultura à aplicação de fertilizantes nitrogenados. A mesma também pode se beneficiar da fixação biológica do N₂ do ar, mas respostas inconsistentes da cultura à inoculação com rizóbio indicam a necessidade de aplicação de N mineral complementar. O presente projeto teve por objetivo avaliar a resposta do feijoeiro à inoculação com rizóbio associada à suplementação com N mineral. O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* Bambuí, sob condição de campo em Latossolo Vermelho distroférrico. A semeadura do feijoeiro, cultivar Pérola, foi realizada manualmente no sistema de cultivo convencional utilizando-se 12 sementes por metro linear, com espaçamento de 0,5 m entre linhas. O controle de plantas daninhas foi realizado por capina manual e os tratamentos fitossanitários mediante aplicação de produtos recomendados para a cultura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com nove tratamentos e 4 repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. As variáveis avaliadas foram: número de nódulos por planta, matéria seca de nódulos, clorofila total, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade de grãos. Os resultados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância (teste F com nível de significância $P < 0,05$) e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Nas condições edáficas em que o experimento foi conduzido a inoculação das sementes de feijão com bactéria fixadora de N, a adubação suplementar à inoculação com N ou a adubação mineral completa com N não influenciaram na produção da cultura do feijoeiro.

INTRODUÇÃO:

No Brasil, a importância social e econômica da cultura do feijoeiro é evidenciada, principalmente, por representar uma importante fonte proteica na dieta alimentar da população e pelo contingente de pequenos produtores envolvidos na sua produção (PELEGRIN et al., 2009), embora tenha havido um crescente interesse de produtores de outras classes do agronegócio, adotando técnicas avançadas, incluindo a irrigação e a colheita mecanizada (YOKOYAMA, 2002).

O nitrogênio (N) é um dos elementos mais limitantes ao crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), e muitos trabalhos demonstram que há resposta dessa cultura à aplicação de fertilizantes nitrogenados (SANTOS et al., 2003; SILVEIRA et al., 2005; RAPOSEIRAS et al., 2006; SORATTO et al., 2006; PELEGRIN et al., 2009; VALADÃO et al., 2009; KANEKO et al., 2010; SOUZA et al., 2011). Contudo, o adubo nitrogenado tem alto custo energético para sua obtenção e o seu manejo representa uma das principais dificuldades da cultura do feijão (SANTOS et al., 2003).

Em condições ambientais adequadas, o N₂ atmosférico, fixado por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, pode atender parte das necessidades do feijoeiro (MARTINEZ-ROMERO et al., 1991; SOARES et al., 2006; PELEGRIN et al., 2009; VALADÃO et al., 2009). Entretanto, os fatores relacionados, principalmente às condições do solo, frequentemente limitam todas as etapas do processo de infecção das raízes, formação de nódulos e assimilação do N pela planta (MARTINEZ-ROMERO et al., 1991; VIEIRA et al., 2005; SILVA et al., 2009). Assim, na maioria das vezes, a adubação nitrogenada deve ser complementada, para que se obtenha elevada produtividade de grãos (RAPOSEIRAS et al., 2006; PELEGRIN et al., 2009; KANEKO et al., 2010).

A baixa ocupação nodular do feijoeiro pelas estirpes inoculadas (VARGAS et al., 2000), a capacidade da planta em nodular com grande diversidade de espécies de rizóbio (MICHIELS et al., 1998) e a existência no solo de uma população indígena abundante adaptada às condições tropicais (GRANGE & HUNGRIA, 2004; KASCHUK et al., 2006) são fatores associados às respostas inconsistentes da inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro comum em condições de campo (BRITO et al., 2015). A maioria dos solos com histórico de cultivo de feijão contém rizóbios nativos que podem interferir no estabelecimento e na eficácia das estirpes inoculadas, reduzindo as respostas à inoculação (VLASSAK et al., 1996; VARGAS et al., 2000; RAPOSEIRAS et al., 2006).

Uma estratégia para maximizar os resultados obtidos com a inoculação com rizóbio no feijoeiro comum consiste na combinação com a aplicação de N mineral. Pacheco et al. (2012) registraram que a inoculação, combinada com a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura, forneceu rendimento de grãos e acumulação de N nos grãos similares à aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N. A inoculação, em conjunto com a adubação com 20 kg ha⁻¹ de N no plantio, possibilitou obter rendimento de grãos e acréscimo de receita líquida na cultura de feijoeiro equivalente à aplicação de até 160 kg ha⁻¹ de N (PELEGRIN et al., 2009). A inoculação das sementes, associada à aplicação de 15 kg ha⁻¹ de N na semeadura e no início do florescimento do feijoeiro, forneceu rendimento de grãos superior a todos os diferentes tratamentos com a aplicação de N na semeadura e em cobertura (HUNGRIA et al., 2003).

Nesse contexto, o manejo adequado da adubação nitrogenada representa uma das principais dificuldades da cultura do feijoeiro, visto que a aplicação de doses excessivas de N, além de aumentar o custo econômico, pode interferir na nodulação das bactérias fixadoras de N e a sua utilização em quantidade insuficiente pode limitar o seu potencial produtivo. A identificação da dose ideal de N para suplementar o desenvolvimento inicial da cultura sem afetar o processo de nodulação das raízes pelos rizóbios é o desafio da adubação do feijoeiro uma vez que na literatura existem controvérsias quanto ao uso de nitrogênio mineral associado aos inoculantes. Assim, mais pesquisas científicas são necessárias para avaliar a resposta do feijoeiro à inoculação com rizóbio associada à suplementação com N mineral. Neste

contexto, o presente projeto teve por objetivo avaliar a resposta do feijoeiro à inoculação com rizóbio associada à suplementação com N mineral.

METODOLOGIA:

O projeto foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* Bambuí. O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho distroférico. A adubação com fósforo e potássio recomendadas mediante o resultado da análise de solo, foi realizada com o auxílio de uma semeadora-adubadora. Foi utilizado 438 kg ha^{-1} do formulado 00:17:05, igual para todas as parcelas. A adubação de plantio foi realizada um dia antes da semeadura. Com exceção da adubação com nitrogênio, que foi realizada manualmente na linha de plantio, no dia seguinte, antes da semeadura.

A semeadura do feijoeiro, cultivar Pérola, foi realizada manualmente no sistema de cultivo convencional utilizando-se 12 sementes por metro linear, sendo o estande final após o desbaste de 10 plântulas por metro linear, com espaçamento de 0,5 m entre linhas. O controle de plantas daninhas foi realizado por capina manual e os tratamentos fitossanitários mediante aplicação de produtos recomendados para a cultura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com nove tratamentos e quatro repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. Os tratamentos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos experimentais

Tratamento	Inoculante	N plantio (kg ha^{-1})	N cobertura (20 DAE) (kg ha^{-1})	N cobertura (30 DAE) (kg ha^{-1})
1	-	-	-	-
2	Inoculação	-	-	-
3	Inoculação	20	-	-
4	-	20	-	-
5	Inoculação	30	-	-
6	-	30	-	-
7	-	20	20	-
8	-	20	30	30
9	-	20	70	70

Cada tratamento foi composto por seis linhas com quatro metros de comprimento e espaçamento de 0,5 m entre linhas. A área útil de cada parcela foi formada pelas quatro linhas centrais, sendo descontado meio metro nas extremidades. No plantio foi aplicado 20 ou 30 kg ha^{-1} de N à exceção da testemunha e tratamento 2 (somente inoculação das sementes). O restante do N foi parcelado para os tratamentos com fornecimento de 40 kg ha^{-1} de N (20 kg ha^{-1} 20 dias após a emergência (DAE)), 80 kg ha^{-1} de N (30 kg ha^{-1}

20 DAE e 30 kg ha⁻¹ 30 DAE) e 160 kg ha⁻¹ de N (70 kg ha⁻¹ 20 DAE e 70 kg ha⁻¹ 30 DAE). Nas adubações de cobertura a ureia (45% de N) foi aplicada manualmente na linha de plantio.

As sementes foram inoculadas com inoculante produzido à base de turfa, que contém estirpe de *Rhizobium tropici* (Semia 4080). A dose utilizada foi a recomendada pelo fabricante de 4 g kg⁻¹ de semente.

Por ocasião do florescimento (50% das plantas de cada parcela apresentando flores) foram avaliadas as seguintes variáveis: a) número de nódulos por planta, determinado por meio da contagem de nódulos em cinco plantas por tratamento, em cada bloco. b) massa seca de nódulo, avaliada em cinco plantas coletadas ao acaso na área útil da parcela. Os nódulos foram lavados com água destilada e secos em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 60°C, até peso constante; c) a clorofila total foi determinada mediante trinta leituras por parcela com clorofilômetro Minolta SPAD-502. Na colheita (maturação fisiológica das plantas), foram coletadas 10 plantas na área útil de cada parcela para determinação de: d) número de vagens por planta; e) número médio de grãos por vagem e f) produtividade de grãos, transformando-se o peso de grãos obtidos para kg ha⁻¹ (12% base úmida).

Os resultados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância (teste F com nível de significância P<0,05) e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Verificou-se que houve efeito (P<0,05) dos tratamentos somente sobre as variáveis: número de nódulos por planta, peso de nódulos por planta e clorofila total (Tabela 2). Para as variáveis número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade não verificou-se efeito dos tratamentos (P>0,05) com inoculação ou suplementação com a adubação nitrogenada (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as características avaliadas na cultura do feijão em função da inoculação com rizóbio e suplementação com N mineral.

FV	NNP	PNP	CLO	NVP	NGV	PROD
Tratamento	0,0008*	0,0000*	0,0008*	0,3223 ^{NS}	0,2899 ^{NS}	0,1353 ^{NS}
Bloco	0,8322 ^{NS}	0,1368 ^{NS}	0,3927 ^{NS}	0,2038 ^{NS}	0,3413 ^{NS}	0,0563 ^{NS}
CV (%)	33,9	33,5	5,0	14,1	8,8	18,6
Média	50,3	0,04	47,3	15,1	4,55	2661,9

^{NS}: não significativo pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade. FV: fator de variação; CV: coeficiente de variação; NNP: número de nódulos por planta; PNP: peso dos nódulos por planta (g); CLO: clorofila total; NVP: número de vagens por planta; NGV: número de grãos por vagem; PROD: produção por hectare (kg ha⁻¹).

Em relação ao número de nódulos nas raízes pode-se observar que o tratamento (T6) com a maior adição de N no plantio (30 kg ha⁻¹) sem a adição de inoculante apresentou menor quantidade de nodulação,

seguido pelos tratamentos com as maiores doses totais de N sem adição de inoculante, T8 (80 kg ha⁻¹) e T9 (160 kg ha⁻¹) (Tabela 3). Pode-se inferir que doses de plantio superiores a 20 kg ha⁻¹ de N sem adição de inoculante ou a aplicação de adubação nitrogenada em cobertura com doses elevadas de N reduzem o desenvolvimento de nódulos nas raízes do feijoeiro.

Em relação ao peso dos nódulos por planta verificou-se que o tratamento (T6) com a maior adição de N no plantio (30 kg ha⁻¹) sem a adição de inoculante apresentou menor peso o que reflete o menor número de nódulos verificados em suas raízes (Tabela 3). Os tratamentos que apresentaram maior peso dos nódulos foram os sem adição de inoculante e N (T1 – testemunha) e os com adição somente do inoculante (T2) e com adição do inoculante associado à aplicação da menor dose de suplementação de N (T3).

Tabela 3. Número de nódulos por planta, peso de nódulos por planta e clorofila total para a cultura do feijão em função da inoculação com rizóbio e suplementação com N mineral.

Tratamentos	NNP	PNP	CLO
T 1	72,2 a	0,09 a	44,4 b
T 2	54,6 a	0,07 a	46,4 b
T 3	54,3 a	0,06 a	45,1 b
T 4	67,9 a	0,04 b	45,8 b
T 5	56,5 a	0,05 b	45,2 b
T 6	8,04 c	0,002 c	47,9 b
T 7	60,8 a	0,03 b	47,9 b
T 8	41,7 b	0,02 b	50,1 a
T 9	36,4 b	0,02 b	52,7 a
CV(%)	33,9	33,5	5,0
Média	50,3	0,04	47,3

* Médias seguidas de mesma letra, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação (%). NNP: número de nódulos por planta; PNP: peso dos nódulos por planta (g); CLO: clorofila total.

Em relação ao teor de clorofila nas folhas do feijoeiro, pode-se observar que os tratamentos com as maiores doses totais de N sem adição de inoculante, T8 (80 kg ha⁻¹) e T9 (160 kg ha⁻¹) se destacaram entre os demais apresentando maior teor de clorofila (Tabela 3). Este fato demonstra que a adição de maiores doses de N por meio da adubação mineral possibilitou a maior produção de clorofila nas folhas do feijoeiro, no entanto, não resultou em maior produtividade da cultura.

O fato dos tratamentos não terem afetado a produtividade da cultura do feijoeiro pode estar relacionado às características edáficas da área experimental que apresenta histórico de cultivo intenso, com grande adição de fertilizantes e incorporação de material orgânico, o que pode ter aumentado os estoques de N no solo. Segundo Franco (1995) o plantio do feijão após culturas que disponibilizam elevada quantidade de compostos orgânicos, a contribuição da FBN é irrelevante.

Dentre as leguminosas de grão, o feijoeiro é considerado uma das culturas com menor eficiência de FBN (VIEIRA et al., 2008). A baixa ocupação nodular do feijoeiro pelas estirpes inoculadas (VARGAS et al., 2000), a capacidade da planta em nodular com grande diversidade de espécies de rizóbio (MICHIELS et al.,

1998) e a existência no solo de uma população indígena abundante adaptada às condições tropicais (GRANGE & HUNGRIA, 2004; KASCHUK et al., 2006) são fatores associados às respostas inconsistentes da inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro comum em condições de campo (BRITO et al., 2015).

CONCLUSÕES:

Nas condições edáficas em que o experimento foi conduzido, a inoculação das sementes de feijão com bactéria fixadora de N, a adubação suplementar à inoculação com N ou a adubação mineral completa com N, não influenciaram na produção da cultura do feijoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BRITO, L. F.; PACHECO, R. S.; FILHO, B. F. S.; FERREIRA, E. P. B.; STRALIOTTO, R.; ARAÚJO, A. P. Resposta do Feijoeiro Comum à Inoculação com Rizóbio e Suplementação com Nitrogênio Mineral em Dois Biomas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Seropédica, RJ, v. 39, p. 1-12, 2015.
- FRANCO, A. A. Nutrição nitrogenada na cultura do feijoeiro. *Inf. Agron.*, Piracicaba, n. 70, p. 4-5, 1995.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR 5.0**. Sistema de Análises Estatísticas. Lavras: UFLA, 2007.
- GRANGE L, HUNGRIA M. Genetic diversity of indigenous common bean (*Phaseolus vulgaris*) rhizobia in two Brazilian ecosystems. **Soil Biol. Biochem.**, v. 36, p. 389-398, 2004.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. Benefits of inoculation of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) crop with efficient and competitive *Rhizobium tropici* strains. **Biol. Fertil. Soils.**, v. 39, p. 88-93, 2003.
- KANEKO, F.H.; ARF, O.; GITTI, D. de C.; ARF, M.V.; FERREIRA, J.P.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, v.69, p.125-133, 2010.
- KASCHUK, G.; HUNGRIA, M.; ANDRADE, D.S.; CAMPO, R.J. Genetic diversity of rhizobia associated with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under no-tillage and conventional systems in Southern Brazil. **Appl. Soil Ecol.**, v. 32, p. 210-220, 2006.
- MARTINEZ-ROMERO, E.; SEGOVIA, L.; MERCANTE, F.M.; FRANCO, A.A.; GRAHAM, P.; PARDO, M.A. *Rhizobium tropici*, a novel species nodulating *Phaseolus vulgaris* L. beans and *Leucaena* sp. Trees. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v.41, p.417-426, 1991.
- MICHIELS, J.; DOMBRECHT, B.; VERMEIREN, N.; XI, C.; LUYTEN, E.; VANDERLEYDEN, J. *Phaseolus vulgaris* is a non-selective host for nodulation. **FEMS Microbiol Ecol.**, v. 26, p. 193-205, 1998.
- PACHECO RS, BRITO LF, STRALIOTTO R, PÉREZ DV, ARAÚJO AP. Seeds enriched with phosphorus and molybdenum as a strategy for improving grain yield of common bean crop. **Field Crops Res.**, v. 136, p. 97-106, 2012.
- PELEGRIN, R. D.; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, I. M. N.; OTSUBO, A. A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Dourados, MS, v. 33, p. 219-226, 2009.

- RAPOSEIRAS, R.; MARRIEL, I.E.; MUZZI, M.R.S.; PAIVA, E.; PEREIRA FILHO, I.A.; CARVALHAIS, L.C.; PASSOS, R.V.M.; PINTO, P.P.; SÁ, N.M.H. de. *Rhizobium* strains competitiveness on bean nodulation in Cerrado soils. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.439-447, 2006.
- SANTOS, A.B.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F. & MELO, M.L.B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesq. Agropec. Bras.**, 38:1265-1271, 2003.
- SILVA, E.F. da; MARCHETTI, M.E.; SOUZA, L.C.F. de; MERCANTE, F.M.; RODRIGUES, E.T.; VITORINO, A.C.T. Inoculação do feijoeiro com *Rhizobium tropici* associada a exsudato de *Mimosa flocculosa* com diferentes doses de nitrogênio. **Bragantia**, v.68, p.443-451, 2009.
- SILVEIRA, P.M. da; BRAZ, A.J.B.P.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.377-381, 2005.
- SOARES, A.L. de L.; FERREIRA, P.A.A.; PEREIRA, J.P.A.R.; VALE, H.M.M. do; LIMA, A.S.; ANDRADE, M.J.B. de; MOREIRA, M. de S. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG): II - feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v.30, p.803-811, 2006.
- SOUZA, E.F.C.; SORATTO, R.P.; PAGANI, F.A. Aplicação de nitrogênio e inoculação com rizóbio em feijoeiro cultivado após milho consorciado com braquiária. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 46, n. 4, p. 370-377, 2011.
- SORATTO, R.P.; CARVALHO, M.A.C. de; ARF, O. Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.259-266, 2006.
- VALADÃO, F.C. de A.; JAKELAITIS, A.; CONUS, L.A.; BORCHARTT, L.; OLIVEIRA, A.A. de; VALADÃO JUNIOR, D.D. Inoculação das sementes e adubações nitrogenada e molíbdica do feijoeiro-comum, em Rolim de Moura, RO. **Acta Amazônica**, v.39, p.741-747, 2009.
- VARGAS, M.A.T.; MENDES, I.C.; HUNGRIA, M. Response of field grown bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to *Rhizobium* inoculation and nitrogen fertilization in two Cerrado soils. **Biol. Fertil. Soils**. v. 32, p. 228-233, 2000.
- VIEIRA, C.; JÚNIOR, T.J.P.; BORÉM, A. **Feijão**. 2ª ed. Viçosa: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- VIEIRA, R.F.; TSAI, S.M.; TEIXEIRA, M.A. Nodulação e fixação simbiótica de nitrogênio em feijoeiro com estirpes nativas de rizóbio, em solo tratado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.1047-1050, 2005.
- VLASSAK, K.; VANDERLEYDEN, J.; FRANCO, A. Competition and persistence of *Rhizobium tropici* and *Rhizobium etli* in tropical soil during successive bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultures. **Biol. Fertil. Soils**. v. 21, p. 61-68, 1996.
- YOKOYAMA, L.P. Aspectos conjunturais da produção de feijão. In: AIDAR, H.; LUTHCOUSKI, J. & STONE, L.F. **Produção de feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.249-292.