



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo
Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.
Centro de Convenções do SESC

Resposta de cultivo de feijoeiro inoculado com rizóbio ao enriquecimento das sementes com fósforo e molibdênio

Luciana Fernandes de Brito⁽¹⁾; Rafael Sanches Pacheco⁽²⁾; Enderson Petrônio de Brito Ferreira⁽³⁾ Adelson Paulo Araújo⁽⁴⁾ & Rosângela Straliotto⁽⁵⁾

(1) Graduando do Curso de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000 lu_fbrito@hotmail.com; (2) Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Ciências do solo - Bolsista CNPq - UFRRJ, Seropédica, RJ, rafaelrural2003@gmail.com; (3) Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, CEP: 75375-000, enderson@cnpaf.embrapa.br; (4) Professor Associado, UFRRJ, Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Seropédica, RJ, aparaujo@ufrj.br; (5) Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000, straliot@cnpab.embrapa.br.

RESUMO – O objetivo do presente trabalho foi avaliar, em condições de campo, o efeito do enriquecimento de sementes da cultivar Ouro Negro com P e Mo sobre o crescimento, nodulação e produtividade de cultivo de feijoeiro inoculado com estirpes de rizóbio, com ausência ou presença de adubação nitrogenada em cobertura. O experimento foi conduzido na Embrapa Arroz e Feijão, de junho a setembro de 2009. O delineamento experimental foi o em blocos ao acaso com cinco repetições, em arranjo fatorial 2x6: dois níveis de enriquecimento das sementes com P e Mo e seis fontes de N. O enriquecimento das sementes não afetou a nodulação. O uso de sementes enriquecidas com P e Mo resultou em incrementos de 9,6% na produtividade, alcançando valores em torno de 2.000 kg ha⁻¹ de grãos. A inoculação com estirpe de rizóbio associada à adubação nitrogenada com 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura resultou em produtividade de 3.010 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: feijão Ouro Negro, nitrogênio.

INTRODUÇÃO - O processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) oferece suprimento total ou parcial de N para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), podendo permitir níveis de produtividade em torno de 2.000 kg ha⁻¹. Em experimento em Lavras (MG), Ferreira et al. (2009) obtiveram produtividade de grãos entre 1165 e 1751 kg ha⁻¹, não diferindo os tratamentos inoculados do tratamento com aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N. Silva et al. (2009) obtiveram, na região do Cerrado, produtividade acima de 2000 kg ha⁻¹ em tratamentos inoculados, sendo essa

produtividade equivalente às obtidas com doses de 80 e 120 kg ha⁻¹ de N.

Apesar disso, a cultura do feijoeiro geralmente apresenta baixo potencial de FBN em comparação com outras culturas de leguminosas de grãos como a soja. Nesse contexto, é necessário o uso de técnicas para a maximização da FBN em feijoeiro.

Uma técnica com alta aplicabilidade tecnológica é a utilização de sementes de feijão enriquecidas com fósforo (P) e molibdênio (Mo) por meio de adubação foliar, capaz de aumentar a eficiência da simbiose. Sementes de feijoeiro enriquecidas com P e Mo podem aumentar a contribuição da fixação biológica de N₂ no fornecimento de nitrogênio à cultura, aumentando o rendimento de grãos em cultivos sob inoculação, substituindo ao menos parcialmente a adubação nitrogenada.

Segundo Kubota et al. (2008), sementes enriquecidas com Mo aumentaram a acumulação de biomassa e de N em feijoeiro, e a atividade da nitrogenase no sistema radicular. Sementes enriquecidas com P podem incrementar a nodulação, biomassa e o acúmulo de N do feijoeiro (Araújo et al., 2002). Embora os resultados sejam promissores, a tecnologia de enriquecimento de sementes foi testada apenas em condições de casa de vegetação, tornando-se necessária a experimentação em condições de campo.

O objetivo desse trabalho foi testar, em condições de campo, o efeito do enriquecimento das sementes com P e Mo sobre o crescimento, nodulação e produtividade de plantas de feijoeiro, com inoculação com rizóbio associada ou não à adubação nitrogenada em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS – O experimento foi conduzido de junho a setembro de 2009, no campo experimental da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás – GO, com latitude 16°28'00", longitude 49°17'00" e altitude de 823 m. O solo do local é classificado como Latossolo Bruno, cuja análise de fertilidade na profundidade de 0-20 cm resultou em: pH em água 5,6; 2,52 Cmolc dm⁻³ de Ca; 0,832 Cmolc dm⁻³ de Mg; 0 Cmolc dm⁻³ de Al; 23,4 Cmolc.dm⁻³ de P disponível; 125 Cmolc.dm⁻³ de K disponível.

Anteriormente ao plantio, foi retirada uma amostra de terra para realizar a prática de captura e quantificação da população nativa de rizóbio, através da técnica do Número Mais Provável, em vasos de Leonard (Vincent, 1970), em casa de vegetação na Embrapa Agrobiologia, durante os meses de julho a agosto de 2009.

As sementes utilizadas no experimento foram enriquecidas com P e Mo via adubação foliar conforme a descrição de Kubota (2006), com pulverizador costal, no campo experimental da Embrapa Gado de Leite, em Valença- RJ. Foram aplicados 5 kg. ha⁻¹ de P, na forma de monoamôniofosfato (MAP) e 160 g ha⁻¹ de Mo, na forma de molibdato de amônio. As pulverizações foram realizadas aos 50 e 70 dias após a emergência.

As sementes foram tamisadas a fim de manter o mesmo tamanho em todos os tratamentos. A parcela experimental constava de seis linhas de plantio, espaçadas 0,5 m entre si. Utilizou-se a densidade de doze sementes por metro linear. No plantio, realizou-se uma adubação de 35kg de P₂O₅, na forma de superfosfato simples e 35g de K₂O, na forma de cloreto de potássio.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, disposto em fatorial 2x6: dois níveis de enriquecimento das sementes com P e Mo (enriquecidas e não enriquecidas) e seis fontes de N (testemunha absoluta, sem aplicação de N mineral e sem inoculação; testemunha nitrogenada, com aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N no plantio e 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura; inoculação com as estirpes comerciais BR322+BR520; inoculação com a estirpe BR923 selecionada na Embrapa Agrobiologia; inoculação com as estirpes BR322+BR520 com 40 kg ha⁻¹ de N aos 25 dias após a emergência; inoculação com estirpe BR923 com 40 kg ha⁻¹ de N aos 25 dias após a emergência).

No início da floração, aos 35 dias após a emergência, efetuou-se uma amostragem de biomassa, coletando-se as plantas em 0,5 m linear de cada parcela experimental. As raízes foram lavadas, e os nódulos separados. A parte aérea, raízes e os

nódulos foram secos em estufa e pesados.

Por ocasião da maturação de grãos, as plantas foram colhidas ao nível do solo na área útil de cada parcela, as plantas e vagens foram contadas. Foram calculados os componentes de produção: número de vagens por planta, massa de 100 grãos, número de grãos por vagem e produtividade de grãos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, avaliando-se os efeitos do enriquecimento das sementes, das fontes de N e de suas interações, comparando-se as médias pelo teste de Duncan a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - A população aproximada de 10⁵ células de rizóbio por grama de solo detectada no solo da área experimental foi considerada elevada, capaz de competir com o rizóbio presente no inoculante. A área foi escolhida como representativa da região de Cerrados sob cultivo sucessivo de feijoeiro irrigado em sistema de irrigação sob pivô central, podendo ser este rizóbio nativo ou oriundo de seleção continuada pela presença da hospedeira em cultivos anteriores na área do experimento.

O tratamento testemunha nitrogenada apresentou acúmulo de massa seca de raízes significativamente superior aos demais tratamentos (Tabela 1). No tratamento inoculado com estirpe BR923 + 40 kg de N em cobertura, foi observado acúmulo de massa seca de parte aérea similar ao tratamento testemunha nitrogenada (Tabela 1). O enriquecimento das sementes não afetou significativamente o acúmulo de massa seca de parte aérea, tendo reduzido a massa de raízes (Tabela 1).

De modo geral, o enriquecimento das sementes não afetou a nodulação, que foi maior nos tratamentos inoculados com as estirpes comerciais e com a estirpe BR923, ambas sem aplicação de adubação de cobertura (Tabela 1). A nodulação também foi elevada no tratamento testemunha absoluta (Tabela 1) devido à presença de uma alta população de rizóbio no solo. A aplicação de N no plantio e em cobertura reduziu a nodulação do feijoeiro.

Nesse experimento, foram obtidos níveis de produtividade em torno de 2.500 kg por hectare, bastante elevados em comparação à média nacional que não ultrapassa 1.000 kg por hectare (IBGE, 2006). A produção de grãos e vagens foi significativamente aumentada pelas sementes enriquecidas (Tabela 2). A produtividade dos tratamentos com sementes enriquecidas foi superior aos tratamentos com sementes não enriquecidas em 200 kg por hectare, ou seja, um aumento de produtividade de 9,6%. Além disso, os tratamentos de inoculação com as estirpes de rizóbio associados

à adubação em cobertura foram significativamente iguais ao tratamento com duas aplicações de N (plantio e cobertura), no parâmetro produção de vagens. A produtividade destes tratamentos foi, respectivamente, de 3.010 kg e 2.770 kg por hectare nos tratamentos com sementes enriquecidas, inoculados com as estirpes comerciais e com a estirpe BR923 (Tabela 2).

O número de grãos por vagem não foi afetado pelo enriquecimento das sementes (Tabela 2). O enriquecimento das sementes não afetou a massa de 100 grãos, que foi superior nos tratamentos inoculados, apresentando similaridade ao tratamento de aplicação de N mineral (Tabela 2).

CONCLUSÕES – A inoculação com as estirpes comerciais e com estirpe selecionada associada à adubação nitrogenada resultou em níveis de produtividade de 3.010 kg e 2.770 kg por hectare, respectivamente.

O enriquecimento das sementes resultou num aumento de 9,6% de produtividade, em comparação com os tratamentos não inoculados.

REFERÊNCIAS - ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G. & LIMA, E.R. Efeitos do aumento do teor de fósforo na semente, obtido via adubação foliar, no crescimento e na nodulação do feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26:183-189, 2002.

FERREIRA, P.A.; SILVA, M.A.P.; CASSETARI, A.; RUFINI, M.; MOREIRA, F.M.S.; ANDRADE,

J.B. A. Inoculação com cepas de rizóbio na cultura do feijoeiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.7, p.2210-2212, 2009.

IBGE. Acessado em junho de 2010. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/tabela2_1.pdf. 2006.

KUBOTA, F.Y. Aumento dos teores de fósforo e de molibdênio em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) via adubação foliar. Seropédica: UFRRJ, 2006. 61p. (Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo).

KUBOTA, F.Y.; ANDRADE NETO, A. C.; ARAUJO, A. P. & TEIXEIRA, M. G. Crescimento e acumulação de nitrogênio de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de molibdênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.4, p.1635-1641, 2008.

SILVA, E.F.; MARCHETTI, M.E.; SOUZA, L.C.F.; MERCANTE, F.M.; RODRIGUES, E.T.; VITORINO, A.C.T. Inoculação do feijoeiro com *Rhizobium tropici* associada à exsudatos de *Mimosa flocculosa* com diferentes doses de nitrogênio. *Bragantia*, Campinas, v.68, n.2, p.443-451, 2009.

VINCENT, J.M.A. Manual for the practical study of root-nodule bacteria. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1970. 164p. (IBP Handbook, 15).

Tabela 1: Massa seca de parte aérea, raízes e nódulos de plantas de feijoeiro cultivar Ouro Negro, aos 35 dias após a emergência, oriundas de sementes enriquecidas e não enriquecidas com P e Mo, sob seis fontes de suprimento de N em condições de campo em Santo Antonio de Goiás- GO.

Fonte de N	Massa de parte aérea (g m ⁻²)			Massa de raiz (g m ⁻²)			Massa de nódulos (mg planta ⁻¹)		
	Er	Nr	Média	Er	Nr	Média	Er	Nr	Média
Testemunha absoluta	164	152	158 b	17,9	18,3	18,1 c	120	157	139 a
Testemunha nitrogenada	198	207	202 a	24,3	27,4	25,9 a	48	56	52 c
Estirpe comercial	163	159	161 b	20,2	20,8	20,5 bc	108	109	109 ab
Estirpe BR923	151	184	167 b	20,1	22,8	21,5 b	150	114	132 a
Estirpe comercial + Cobertura	150	188	169 b	17,0	23,5	20,2 bc	96	60	78 bc
Estirpe BR923 +Cobertura	184	179	181 ab	21,0	20,9	21,0 bc	71	56	63 bc
Média	168 A	178 A		20,1 B	22,3 A		99 A	92 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Duncan a 5%.
Legenda: Cob: adubação nitrogenada em cobertura aos 25 dias após a germinação; Er- sementes enriquecidas com P e Mo; Nr- sementes não enriquecidas com P e Mo.

Tabela 2: Produção de grãos, de vagens e massa de 100 grãos em plantas de feijoeiro (cultivar Ouro Negro), enriquecidas e não enriquecidas com P e Mo, sob seis fontes de suprimento de N.

Fonte de N	Produção de grãos (kg ha ⁻¹)			Massa de 100 grãos (g)		
	Er	Nr	Média	Er	Nr	Média
Testemunha absoluta	2.320	2.180	2.250	23	23,2	23,1 bc
Testemunha nitrogenada	2.580	2.760	2.670	23,6	24,4	24,0 ab
Estirpe comercial	2.600	2.370	2.480	23,7	24,8	24,2 a
Estirpe BR923	2.480	2.270	2.370	24,2	24,3	24,3 a
Estirpe comercial +cobertura	3.010	2.240	2.630	23	22,7	22,8 c
Estirpe BR923 +cobertura	2.770	2.580	2.670	23,1	22,6	22,9 c
Média	2.630 A	2.400 B		23,5 A	23,7 A	
	Número de vagens por plantas			Número de grãos por vagem		
	Er	Nr	Média	Er	Nr	Média
Testemunha absoluta	3,6	3	3,3 b	3,9	4,2	4,1
Testemunha nitrogenada	4,7	4	4,3 a	4,0	4,5	4,2
Estirpe comercial	4	3,1	3,6 b	3,9	4,1	4,0
Estirpe BR923	3,7	3,3	3,5 b	3,8	3,8	3,8
Estirpe comercial+cobertura	4,9	3,8	4,3 a	3,9	3,7	3,8
Estirpe BR923+cobertura	3,9	3,9	3,9 ab	4,5	4,0	4,2
Média	4,1 A	3,5 B		4,0	4,0	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Duncan a 5%.
Legenda: Cobertura: adubação nitrogenada em cobertura aos 25 dias após a germinação; Er- sementes enriquecidas com P e Mo; Nr- sementes não enriquecidas com P e Mo.