

## Biomassa e produtividade de cultivares de feijoeiro inoculadas com rizóbio em comparação à adubação nitrogenada <sup>(1)</sup>.

**Rafael Sanches Pacheco <sup>(2)</sup>; Rosângela Stralio <sup>(3)</sup>; Enderson Petrônio de Brito Ferreira <sup>(4)</sup>; Adelson Paulo Araújo <sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e do CNPq.

<sup>(2)</sup> Estudante de Pós-graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos/Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Seropédica-RJ; Bolsista do CNPq; rafaerural2003@gmail.com; <sup>(3)</sup> Pesquisador, Embrapa Agrobiologia; stralio@cnpab.embrapa.br; <sup>(4)</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão; enderson@cnpaf.embrapa.br; <sup>(5)</sup> Professor, Departamento de Solos/Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; aparaujo@ufrj.br.

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o crescimento e a produção de grãos de cultivares de feijoeiro, sob inoculação com rizóbio ou adubadas com N mineral. Oito cultivares foram plantadas em condições de campo, sob duas fontes de N (inoculação com rizóbio ou adubação com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral), com quatro repetições. Coletaram-se os nódulos, a biomassa de parte aérea (na floração e duas semanas após a floração), e os grãos. A maior massa seca de nódulos ocorreu nas cultivares Vereda e Estilo, na primeira e segunda coletas respectivamente, e a cultivar Radiante apresentou a menor massa seca de nódulos em ambas as coletas. A massa seca de parte aérea, nas duas épocas de amostragem, foi maior no tratamento com N mineral. O rendimento médio de grãos das oito cultivares foi de 328,4 g m<sup>-2</sup> para o tratamento inoculado e 391,9 g m<sup>-2</sup> para o tratamento com N mineral. Os rendimentos sob inoculação variaram de 63% a 95% do rendimento obtido com a aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral.

**Termos de indexação:** Fixação biológica de nitrogênio; Inoculação; *Phaseolus vulgaris*.

### INTRODUÇÃO

Com a crescente preocupação da sociedade com a sustentabilidade da agricultura, a perspectiva da aplicação dos recursos tecnológicos associados à fixação biológica de nitrogênio (FBN) é cada vez maior. A importância da FBN nos agroecossistemas é devida tanto ao seu efeito na nutrição nitrogenada como na redução do impacto ambiental associado à substituição, total ou parcial, do uso de fertilizantes sintéticos (Jensen & Hauggaard-Nielsen, 2003).

No entanto, o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerado uma espécie de baixa capacidade de FBN em comparação com outras leguminosas de grão, demonstrando menor potencial produtivo quando dependente apenas da FBN. O baixo potencial de FBN do feijoeiro tem sido atribuído à suscetibilidade da espécie a estresses nutricionais e ambientais, ao curto período vegetativo disponível para a nodulação, à sensibilidade da simbiose ao nitrato do solo, e à competição das estirpes nativas do solo pouco

eficientes (Hungria & Vargas, 2000; Graham et al., 2003). Apesar disto, resultados demonstram o potencial da FBN em suprir parte da demanda de N do feijoeiro e fornecer produtividades acima de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> (Hungria et al., 2003).

Novas cultivares de feijoeiro têm sido desenvolvidas pelos programas de melhoramento nos últimos anos, apresentando um bom potencial produtivo em diferentes condições agroecológicas. Uma avaliação da contribuição potencial da FBN para essas cultivares torna-se necessária, o que permitiria uma adoção mais ampla do procedimento de inoculação das sementes com rizóbio nos cultivos comerciais.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar o crescimento e a produção de grãos de oito cultivares de feijoeiro, comparando o desempenho das plantas inoculadas com rizóbio com as plantas adubadas com N mineral.

### MATERIAL E MÉTODOS

Oito cultivares de feijoeiro com características distintas quanto à arquitetura da planta, hábito de crescimento e duração do ciclo (**Tabela 1**), foram cultivadas em condições de campo na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás – GO, entre junho e setembro de 2012. Foram avaliadas duas fontes de N: inoculação com rizóbio e aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral, com quatro repetições para cada tratamento. Cada parcela possuía 6 linhas de 5 m de comprimento.

Nos tratamentos inoculados, utilizou-se o inoculante comercial turfoso recomendado para o feijoeiro, composto das estirpes CIAT 899 (BR322 ou SEMIA 4077); PR-F81 (BR520 ou SEMIA 4080) e CPAC H12 (BR534) de *Rhizobium tropici*, fornecido pela Embrapa Agrobiologia. Em área contígua, as mesmas oito cultivares receberam adubação mineral com a finalidade de avaliar seus potenciais produtivos sem limitação de N.

Para ambos os tratamentos (inoculação com rizóbio ou adubação com N mineral), na ocasião do plantio, foi realizada uma adubação com 488 kg ha<sup>-1</sup> de uma formulação 0-20-20, equivalente a 95 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de K<sub>2</sub>O. Nas parcelas do tratamento com adubação nitrogenada mineral, foram aplicados

40 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio, e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, aos 19 DAE nas cultivares de ciclo precoce e semi-precoce, e aos 23 DAE nas cultivares de ciclo normal e tardio.

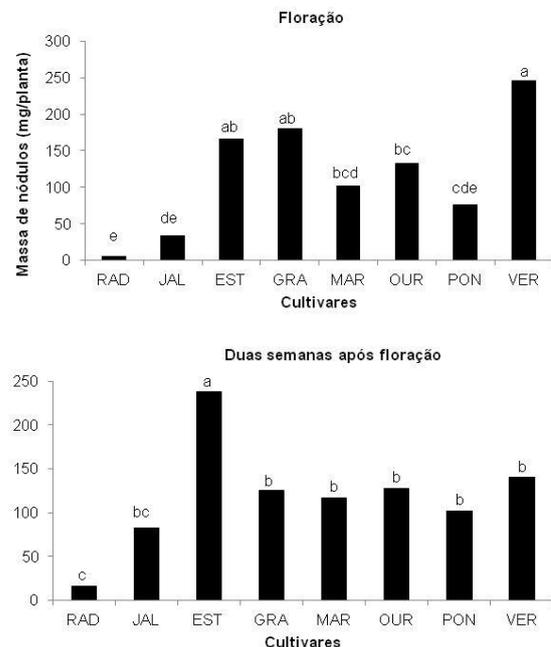
Foram realizados todos os tratamentos culturais necessários para o bom desenvolvimento da cultura, além de irrigação por canhão hidráulico auto-propelido.

Em todas as parcelas, foram coletadas as plantas presentes em 0,5 m das linhas das parcelas destinadas às amostragens de biomassa, em dois estádios de crescimento, na floração e duas semanas após a floração. Foram coletadas a parte aérea, o sistema radicular e os nódulos. Os nódulos foram destacados das raízes, secos e pesados. A colheita dos grãos ocorreu à medida que cada cultivar atingia a maturidade fisiológica. As plantas da área de 1,0 m<sup>2</sup> no centro das duas linhas centrais de cada parcela foram colhidas, as vagens trilhadas e os grãos pesados. Em uma amostra de 100 grãos foi obtido o teor de umidade dos grãos, e o rendimento foi padronizado para 13% de teor de umidade. As plantas da área restante de 2,0 m<sup>2</sup> da área útil de cada parcela também foram colhidas e trilhadas, para a determinação da produtividade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para cada coleta isoladamente, e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por ocasião da primeira coleta, no período da floração, a maior massa seca de nódulos foi encontrada na cultivar Vereda, que possui hábito de crescimento tipo III, arquitetura prostrada e ciclo tardio (**Figura 1**). As cultivares Estilo e Grafite também apresentaram expressiva nodulação e não diferiram estatisticamente de Vereda (**Figura 1**). A cultivar Radiante, que possui hábito de crescimento tipo I, arquitetura semi-ereta e ciclo precoce, foi a que apresentou a menor massa seca de nódulos dentre todas as cultivares (**Figura 1**), porém não diferiu estatisticamente da nodulação das cultivares Jalo e Pontal (**Figura 1**). Na segunda coleta, duas semanas após a floração, a cultivar Estilo, com hábito de crescimento tipo II, arquitetura ereta e ciclo normal, foi a que apresentou a maior nodulação, enquanto que a cultivar Radiante continuou apresentando a menor massa de nódulos nesse período, entre todas as cultivares estudadas (**Figura 1**).



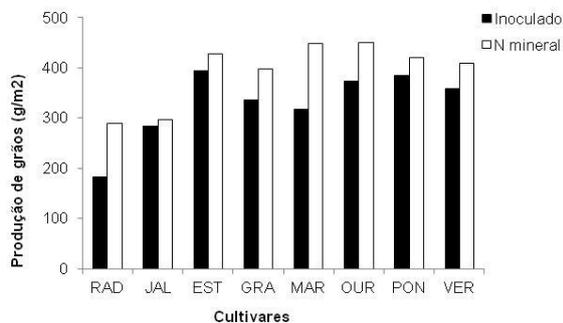
**Figura 1:** Massa seca de nódulos de cultivares de feijoeiro inoculadas com rizóbio. RAD: Radiante, JAL: Jalo, EST: Estilo, GRA: Grafite, MAR: Marfim, OUR: Ouro Negro, PON: Pontal, VER: Vereda. Médias sobrepostas pela mesma letra, não diferem pelo teste Duncan a 5%.

Atualmente os programas de melhoramento do feijoeiro têm privilegiado a seleção de materiais de ciclo mais reduzido, porém, avaliações com diferentes cultivares de feijão em condições de campo indicam que os materiais de ciclo longo apresentam maior potencial para FBN, com pouca eficiência simbiótica em materiais precoces. Ruschel et al. (1982) observaram que as cultivares de ciclo de 90 dias apresentaram uma contribuição média de 62% da FBN, enquanto que a cultivar precoce de 60 dias apresentou 40%. Há evidências também de diferenças na FBN entre cultivares com hábitos de crescimento distintos. Resultados de experimentos de campo no Chile evidenciaram maior FBN em cultivares tipo III, que chegou a alcançar 90 kg N ha<sup>-1</sup>, embora algumas cultivares de tipo I também apresentaram bom desempenho, porém nenhuma delas ultrapassou 75 kg ha<sup>-1</sup> de N fixado (Hardarson et al., 1993).

Na média das oito cultivares, nas duas épocas de amostragem, floração e duas semanas após a floração, o tratamento com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral apresentou maior massa seca de parte aérea que o tratamento com inoculação com rizóbio (**Tabela 2**).

O rendimento médio de grãos das oito cultivares estudadas foi de 328,4 g m<sup>-2</sup> para o tratamento

inoculado e de 391,9 g m<sup>-2</sup> para o tratamento com aplicação de N mineral (**Figura 2**). Nenhuma cultivar do tratamento inoculado conseguiu superar o rendimento de grãos obtido com a aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral (**Figura 2**). As cultivares que conseguiram produtividades sob inoculação mais próximas das obtidas com N mineral, foram Jalo, Estilo, Pontal, Vereda, Grafite e Ouro Negro, com rendimentos que variaram de 82% a 95% do rendimento obtido com a aplicação de N mineral, ao passo que a cultivar Radiante quando inoculada, obteve apenas 63% do rendimento obtido com N mineral (**Figura 2**).



**Figura 2:** Produção de grãos, de cultivares de feijoeiro, inoculadas com rizóbio ou adubadas com N mineral (90 kg ha<sup>-1</sup>). RAD: Radiante, JAL: Jalo, EST: Estilo, GRA: Grafite, MAR: Marfim, OUR: Ouro Negro, PON: Pontal, VER: Vereda.

Entretanto, mesmo não atingindo a produtividade proporcionada pela aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral, todas as cultivares inoculadas alcançaram produção de grãos superior a 180 g m<sup>-2</sup>, o que significa que a inoculação com rizóbio permitiu às cultivares superar a média brasileira de produtividade de feijão na safra 2011/2012, que foi de 890 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2012), confirmando que cultivares de feijoeiro podem atingir uma significativa produtividade de grãos em cultivos com uso exclusivo da inoculação com estirpes eficientes de rizóbio (Hungria et al., 2003).

## CONCLUSÕES

A cultivar Radiante, que possui hábito de crescimento tipo I, arquitetura semi-ereta e ciclo precoce, foi a que apresentou a menor massa seca de nódulos, dentre todas as cultivares estudadas, nas duas épocas de coleta.

A maior massa seca de nódulos foi observada na cultivar Vereda (hábito de crescimento tipo III, arquitetura prostrada e ciclo tardio) e Estilo (hábito

de crescimento tipo II, arquitetura ereta e ciclo normal), na floração e duas semanas após floração respectivamente.

A aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral proporcionou maior produção de biomassa de parte aérea.

A inoculação com *Rhizobium* proporcionou rendimento de grãos que variou de 82% a 95% do rendimento obtido com a aplicação de N mineral somente para as cultivares Jalo, Estilo, Pontal, Vereda, Grafite e Ouro Negro.

## REFERÊNCIAS

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2011/12 – Décimo Segundo Levantamento – Setembro/2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 13 fev. 2013.

GRAHAM, P.H.; ROSAS, J.C.; DE JENSEN, C.E.; PERALTA, E.; TLUSTY, B.; ACOSTA-GALLEGOS, J.; PEREIRA, P.A.A. Addressing edaphic constraints to bean production: the Bean/Cowpea CRSP project in perspective. *Field Crops Research*, v.82, p.179-192, 2003.

HARDARSON, G.; BLISS, F.A.; CIGALES-RIVERO, M.R.; HENSON, R.A.; KIPE-NOLT, J.A.; LONGERI, L.; MANRIQUE, A.; PEÑA-CABIALES, J.J.; PEREIRA, P.A.A.; SANABRIA, C.A.; TSAI, S.M. Genotypic variation in biological nitrogen fixation by common bean. *Plant and Soil*, 152:59-70, 1993.

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. *Biology and Fertility of Soils*, 39:88-93, 2003.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. Environmental factors affecting N<sub>2</sub> fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. *Field Crops Research*. v.65, p.151-164, 2000.

JENSEN, E.S. & HAUGGAARD-NIELSEN, H. How can increased use of biological N<sub>2</sub> fixation in agriculture benefit the environment? *Plant and Soil*, 252:177-186, 2003.

RUSCHEL, A.P.; VOSE, P.B.; MATSUI, E.; VICTORIA, R.L.; SAITO, S.M.T. Field evaluation of N<sub>2</sub>-fixation and N-utilization by Phaseolus bean varieties determined by <sup>15</sup>N isotope dilution. *Plant and Soil*, 65:397-407, 1982.

**Tabela 1** - Características das cultivares de feijoeiro avaliadas no experimento de campo na Embrapa Arroz e Feijão em 2012.

Cultivar	Tipo	Arquitetura da planta	Tipo de grão	Massa de 100 grãos (g)	Ciclo	Duração do ciclo
BRS Radiante	I	Semi-ereto	Rajado	44	Precoce	< 75 dias
Jalo Precoce	II	Semi-ereto	Jalo	35	Precoce	< 75 dias
BRS Estilo	II	Ereto	Carioca	26	Normal	85 – 95 dias
BRS Grafite	II	Semi-ereto	Preto	25	Tardio	> 95 dias
BRS Marfim	II / III	Semi-ereto	Mulatinho	27	Semi-Precoce	75 – 85 dias
Ouro Negro	III	Semi-prostrado	Preto	24	Normal	80 – 95 dias
BRS Pontal	III	Prostrado	Carioca	26	Normal	85 – 95 dias
BRS Vereda	III	Prostrado	Rosinha	26	Tardio	> 95 dias

Fonte: Embrapa Arroz e Feijão.

**Tabela 2:** Massa seca de parte aérea de cultivares de feijoeiro, em duas épocas de amostragem, inoculadas com rizóbio ou adubadas com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral. RAD: Radiante, JAL: Jalo, EST: Estilo, GRA: Grafite, MAR: Marfim, OUR: Ouro Negro, PON: Pontal, VER: Vereda.

Cultivar	Floração		2 semanas após floração	
	Inoculado	N mineral	Inoculado	N mineral
	Massa de parte aérea (g m <sup>-2</sup> )			
RAD	70,6	85,9	177,1	247,6
JAL	99,8	125,3	240,1	264,9
EST	182,9	338,5	303,1	392,1
GRA	208,5	295,2	442,3	417,2
MAR	125,7	192,2	298,4	437,1
OUR	166,1	251,5	255,5	327,5
PON	144,2	169,1	290,2	342,8
VER	218,7	242,3	451,1	429,8
Média	152,0 B	212,5 A	307,2 B	357,4 A

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Duncan a 5%.