



# FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola  
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

## Crescimento e Produção de Cultivares de Feijoeiro sob Inoculação com Rizóbio em Comparação à Adubação Nitrogenada

Rafael Sanches Pacheco<sup>(1)</sup>; Luciana Fernandes de Brito<sup>(1)</sup>; Enderson Petrônio de Brito Ferreira<sup>(2)</sup>; Rosângela Stralio<sup>(3)</sup>; Adelson Paulo Araújo<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Estudante de Pós-graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos/Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Rodovia BR 465, km 07, Seropédica-RJ; rafaelrural2003@gmail.com; <sup>(2)</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO 462, km 12, Santo Antônio de Goiás-GO; enderson@cnpaf.embrapa.br; <sup>(3)</sup> Pesquisador, Embrapa Agrobiologia, Rodovia BR 465, km 07, Seropédica-RJ; stralio@cnpab.embrapa.br; <sup>(4)</sup> Professor, Departamento de Solos/Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rodovia BR 465, km 07, Seropédica-RJ; aparaujo@ufrj.br.

**RESUMO** – A fixação biológica de N não tem sido utilizada em programas de seleção de cultivares de feijoeiro, em virtude principalmente da inconsistência das respostas da cultura à inoculação com rizóbio. Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento e produção de cultivares de feijoeiro, comparando condições de inoculação com rizóbio e adubação com N mineral. Oito cultivares comerciais de feijoeiro (Radiante, Jalo Precoce, Marfim, Ouro Negro, Pontal, Estilo, Grafite e Vereda), foram cultivadas em condições de campo na Embrapa Arroz e Feijão, sob duas fontes de N (inoculação das sementes com rizóbio ou N mineral, com adubação de 40 kg N ha<sup>-1</sup> no plantio e 50 kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura), com quatro repetições. Foram efetuadas amostragens de biomassa de parte aérea, raízes e nódulos, em cinco estádios de crescimento sob inoculação e em dois estádios sob N mineral. A colheita de grãos foi efetuada na maturidade fisiológica de cada cultivar. A cultivar Ouro Negro produziu a maior massa de nódulos sob inoculação, inclusive nos estádios reprodutivos. As cultivares que apresentaram biomassa de parte aérea similar entre os tratamentos inoculados e com N mineral foram Estilo e Ouro Negro, na floração, e Jalo, Marfim e Ouro Negro, duas semanas após a floração. O rendimento médio das oito cultivares foi de 151 e 284 g m<sup>-2</sup>, respectivamente sob inoculação ou N mineral. Sob inoculação, a cultivar Ouro Negro apresentou a maior produtividade, atingindo 210 g m<sup>-2</sup> de grãos, 73% do rendimento obtido com a aplicação de N mineral.

**Palavras-chave:** Inoculação, Rhizobium, nitrogênio, *Phaseolus vulgaris*.

**INTRODUÇÃO** - A capacidade de fixar N biologicamente pode variar dentro de espécies de leguminosas, em virtude da grande diversidade desta família, o que representa uma ampla fonte de variabilidade para seleção genética. Em *Phaseolus vulgaris* essa variabilidade já foi demonstrada, refletindo em diferença no peso, número e eficiência dos nódulos, atividade da nitrogenase e N total acumulado pelas

plantas (Rosas & Bliss, 1986; Kipe-Nolt & Giller, 1993; Araújo et al., 1998).

A fixação biológica de N (FBN) não tem sido utilizada como um dos parâmetros de avaliação durante o processo de seleção de cultivares de feijoeiro, o que é atribuído à inconsistência dos resultados relativos à eficiência do processo nessa cultura, e novas cultivares têm sido desenvolvidas pelos programas de melhoramento nos últimos anos, sem que seu potencial simbiótico tenha sido analisado.

Atualmente os programas de melhoramento do feijoeiro têm privilegiado a seleção de materiais de ciclo mais reduzido, de maneira a minimizar o risco de exposição a condições ambientais desfavoráveis. Porém, avaliações em condições de campo indicam que os materiais de ciclo longo apresentam maior potencial para FBN, com pouca eficiência simbiótica de materiais precoces (Ruschel et al., 1982; Boddey et al., 1996): cultivares de ciclo de 90 dias apresentaram uma contribuição média de 62% da FBN, enquanto que uma cultivar precoce de 60 dias apresentou 40% (Ruschel et al., 1982). Há também evidências de diferenças na FBN entre cultivares com hábitos de crescimento distintos (Hardarson et al., 1993). 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 tipo I e II também tenham apresentado bom desempenho, porém nenhuma ultrapassando 75 kg N ha<sup>-1</sup> (Hardarson et al., 1993). Kumarasinghe et al. (1992) observaram taxas de assimilação de N da ordem de 119 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que 84% eram derivados da FBN, em uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado trepador.

Uma avaliação mais precisa do potencial da FBN de diferentes cultivares de feijoeiro torna-se necessária, o que permitiria uma adoção mais ampla do procedimento de inoculação das sementes 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 contrastantes quanto ao tipo de grão, arquitetura da planta e duração do ciclo (Tabela 1), foram cultivadas em condições de campo na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás – GO, entre julho e outubro de 2011. Nos tratamentos inoculados com rizóbio, cada parcela possuía 8 linhas de 5 m de comprimento, com quatro repetições para cada cultivar. Nestes tratamentos as sementes foram inoculadas com inoculante comercial 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*. Em área contígua, as mesmas oito cultivares foram crescidas sob adubação com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral, em parcelas com 4 linhas de 5 m de comprimento e quatro repetições.

A análise de solo na área do experimento na profundidade de 0-20 cm apresentou: pH em água 5,4, 1,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca, 0,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg, 7,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H+Al, 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Al, 0,10 % de N, 0,94 % de C<sub>org</sub>, 6,32 mg L<sup>-1</sup> de P disponível, 130 mg L<sup>-1</sup> de K disponível. Nas parcelas sob inoculação, foi realizada uma adubação de plantio com 488 kg ha<sup>-1</sup> de uma formulação 0-20-20, equivalente a 95 kg ha<sup>-1</sup> de P e K. Nas parcelas sob N mineral, no plantio foram aplicados 488 kg ha<sup>-1</sup> de uma formulação 8-20-15, equivalente a 40 kg N ha<sup>-1</sup>, 95 kg P ha<sup>-1</sup> e 70 kg K ha<sup>-1</sup>. Nas parcelas sob N mineral, foi efetuada uma adubação de cobertura com 50 kg N ha<sup>-1</sup> na forma de sulfato de amônia, aos 18 DAE, nas cultivares de ciclo precoce e semi-precoce, e aos 33 DAE nas cultivares de ciclo normal e tardio.

Foram efetuadas amostragens de biomassa, em cinco diferentes estádios de crescimento nas parcelas sob inoculação (na floração e em quatro semanas consecutivas após a floração), e em dois estádios (na floração e duas semanas após a floração) nas parcelas sob adubação nitrogenada mineral. Foram coletadas as plantas presentes em 0,5 m das linhas das parcelas destinadas às amostragens de biomassa. Nas amostragens, foram coletados a parte aérea, que foi seca e pesada, e o sistema radicular e os nódulos, que foram destacados, secos e pesados. A colheita de grãos foi efetuada na maturidade fisiológica de cada cultivar. 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. Uma amostra de 100 grãos foi pesada, seca em estufa e pesada, obtendo-se o teor de umidade dos grãos, e o rendimento de grãos foi padronizado para 13% de teor de umidade. As plantas da área restante de 3,0 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** - Dentre as cultivares inoculadas com rizóbio, o desempenho da cultivar Ouro Negro, com hábito de crescimento tipo III, arquitetura semi-prostrada e ciclo normal, foi bem marcante. Na primeira coleta, a maior massa de nódulos foi encontrada na cultivar Vereda (Figura 1), que possui hábito de crescimento tipo III, arquitetura prostrada e ciclo tardio.

Mas nas quatro coletas seguintes, a cultivar Ouro Negro foi a que produziu a maior massa de nódulos, apresentando aumento constante na nodulação até a terceira semana após a floração, aos 67 DAE, quando então começou a declinar (Figura 1). Esta nodulação tardia foi observada unicamente na cultivar Ouro Negro.

As cultivares que conseguiram equiparar a produção de biomassa de parte aérea sob inoculação com os respectivos tratamentos nitrogenados foram Estilo e Ouro Negro, na coleta da floração, e Jalo, Marfim e Ouro Negro, na coleta duas semanas após a floração (Figura 2).

O rendimento médio das oito cultivares foi de 151 e 284 g m<sup>-2</sup>, respectivamente sob inoculação ou aplicação de N mineral. O maior rendimento de grãos sob inoculação foi registrado pela cultivar Ouro Negro, que atingiu uma produtividade de 210 g m<sup>-2</sup> (Figura 3). Contudo, nenhuma das cultivares sob inoculação conseguiu alcançar a produtividade proporcionada pela aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral (Figura 3). Porém, a cultivar Ouro Negro conseguiu produtividade sob inoculação mais próxima do tratamento com N mineral, com 73% do rendimento obtido com a aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N. As outras cultivares alcançaram sob inoculação no máximo 60% do rendimento obtido com N mineral, mas todas as cultivares inoculadas alcançaram produção de grãos superior a 110 g m<sup>-2</sup> (Figura 3). Isto confirma que cultivares de feijoeiro com bom potencial para FBN podem atingir uma expressiva produtividade de grãos em cultivos com uso exclusivo da inoculação de estirpes eficientes de rizóbio (Hungria et al., 2003).

Além da influência do hábito de crescimento, espera-se que materiais com ciclos mais longos apresentem maior potencial para FBN, com pouca eficiência simbiótica em materiais precoces. No entanto, a nodulação tardia apresentada pela cultivar Ouro Negro, não implica necessariamente que esta cultivar tenha fixado mais N do que as outras com nodulação menos duradoura. Peña-Cabriales et al. (1993) observaram que, mesmo mantendo nodulação expressiva até os 97 dias após o plantio, a cultivar Bayocel teve menor taxa de fixação de N atmosférico e menor translocação desse N fixado para as vagens do que a cultivar Flor de Mayo, que neste período já apresentava nódulos senescentes.

**CONCLUSÕES** – A cultivar Ouro Negro, com hábito de crescimento tipo III, arquitetura semi-prostrada e ciclo normal, apresentou a maior nodulação entre todas as cultivares, com aumento da nodulação até a terceira semana após a floração. A cultivar Ouro Negro obteve o maior rendimento de grãos sob inoculação, alcançando 73% do rendimento obtido com a aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral.

**AGRADECIMENTOS** - Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de estudos concedida ao primeiro autor.

#### REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G.; ALMEIDA, D.L. Variability of traits associated with phosphorus efficiency in wild and cultivated genotypes of common bean. **Plant and Soil**, 203: 173-182, 1998.

BODDEY, R.M.; MÜLLER, S.H.; ALVES, B.J.R. Estimation of the contribution of biological N<sub>2</sub> fixation to two *Phaseolus vulgaris* genotypes using simulation of plant nitrogen uptake from <sup>15</sup>N-labelled soil. **Fertilizer Research**, 45: 169-185, 1996.

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

KIPE-NOLT, J.A.; GILLER, K.E. A field evaluation using the <sup>15</sup>N isotope dilution method of lines of *Phaseolus vulgaris* L. bred for increased nitrogen fixation. **Plant and Soil**, 152: 107-114, 1993.

KUMARASINGHE, K.S.; DANSO, S.K.A.; ZAPATA, F. Field evaluation of N<sub>2</sub> fixation and N partitioning in climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) using <sup>15</sup>N. **Biology and Fertility of Soils**, 13: 142-146, 1992.

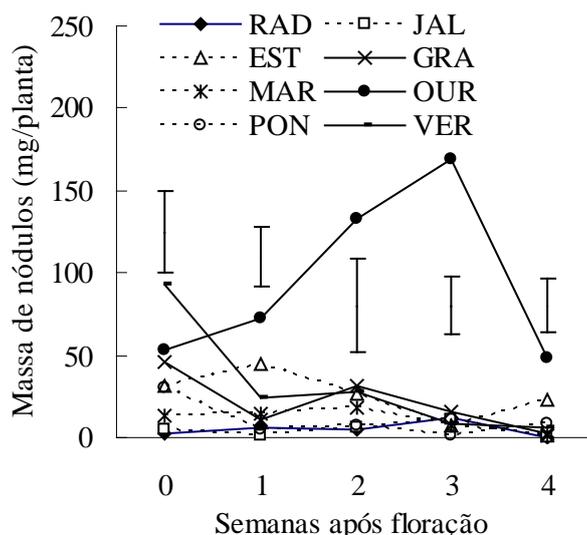
PEÑA-CABIALES, J.J.; GRAGEDA-CABRERA, O.A.; KOLA, V.; HARDARSON, G. Time course of N<sub>2</sub> fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Plant and Soil**, 152: 115-121, 1993.

ROSAS, J.C.; BLISS, F.A. Host-plant traits associated with estimates of nodulation and nitrogen fixation in common bean. **HortScience**, 21: 287-289, 1986.

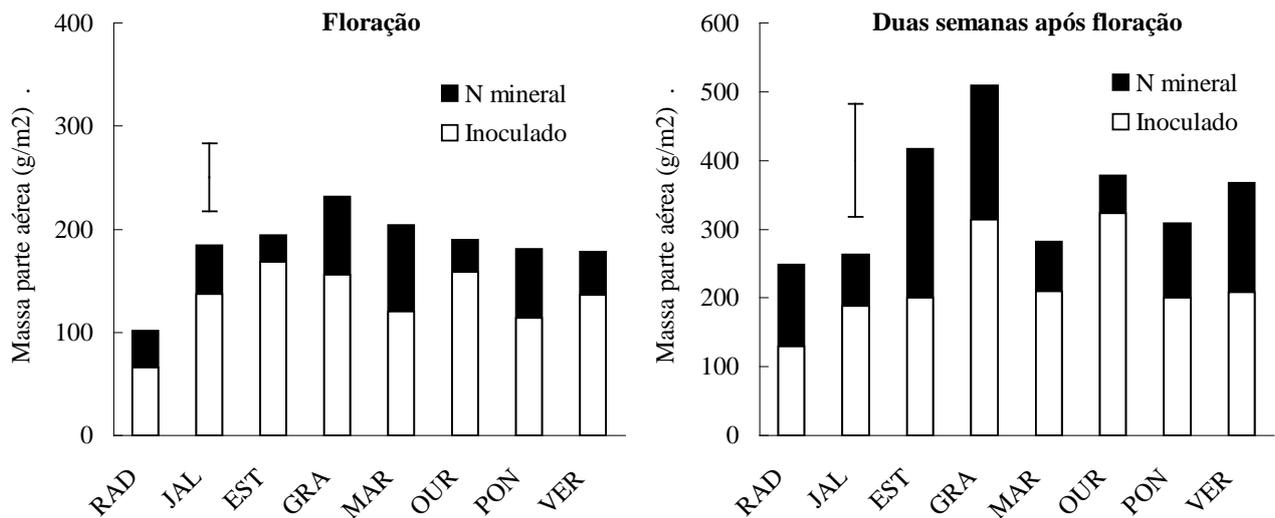
RUSCHEL, A.P.; VOSE, P.B.; MATSUI, E.; VICTORIA, R.L.; SAITO, S.M.T. Field evaluation of N<sub>2</sub>-fixation and N-utilization by *Phaseolus* bean varieties determined by <sup>15</sup>N isotope dilution. **Plant Soil**, 65: 397-407, 1982.

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

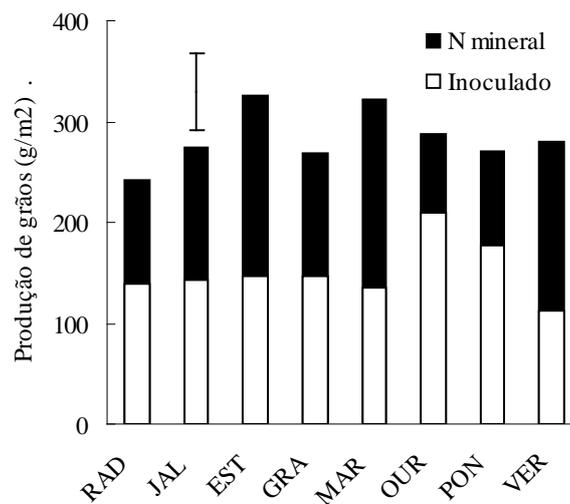
Cultivar	Tipo	Arquitetura da planta	Tipo de grão	Massa de 100 grãos (g)	Ciclo	Duração do ciclo
BRS Radiante	I	Semi-ereto	Rajado	44	Precoce	< 75 dias
Jalo Precoce	II	Semi-ereto	Jalo	35	Precoce	< 75 dias
BRS Estilo	II	Ereto	Carioca	26	Normal	85 – 95 dias
BRS Grafite	II	Semi-ereto	Preto	25	Tardio	> 95 dias
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



**Figura 1:** Massa seca de nódulos de cultivares de feijoeiro inoculadas com rizóbio, em diferentes amostragens em condições de campo. Cultivares: RAD Radiante, EST Estilo, MAR Marfim, PON Pontal, JAL Jalo, GRA Grafite, OUR Ouro Negro, VER Vereda. As barras representam a diferença mínima significativa entre cultivares dentro de cada época de coleta (Duncan a 5%).



**Figura 2:** Massa seca de parte aérea de cultivares de feijoeiro em dois estádios de crescimento, sob duas fontes de N (inoculação com rizóbio ou adubação com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N). Cultivares: RAD Radiante, JAL Jalo, EST Estilo, GRA Grafite, MAR Marfim, OUR Ouro Negro, PON Pontal, VER Vereda. As barras representam a diferença mínima significativa entre os tratamentos (Duncan a 5%).



**Figura 3:** Produção de grãos de cultivares de feijoeiro sob duas fontes de N (inoculação com rizóbio ou adubação com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N). Cultivares: RAD Radiante, JAL Jalo, EST Estilo, GRA Grafite, MAR Marfim, OUR Ouro Negro, PON Pontal, VER Vereda. A barra representa a diferença mínima significativa entre os tratamentos (Duncan a 5%).