

EFEITO DO ENRIQUECIMENTO DAS SEMENTES COM FÓSFORO E MOLIBDÊNIO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL E NODULAÇÃO DE PLANTAS DE FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L).

PHOSPHORUS AND MOLYBDENUM SEED ENRICHMENT EFFECT ON BEAN PLANT DEVELOPMENT AND NODULATION.

SANTOS, C.A.B.¹; BRITO, L.F.¹; LUSTRINO, R.¹; STRALIOTTO, R.²; DEL PELOSO, M.J.³; TEIXEIRA, M.G.²

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ

² Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

³ Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

e-mail: straliot@cnpab.embrapa.br.

Resumo

A tecnologia de inoculação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com bactérias do grupo dos rizóbios, capazes de fixar nitrogênio atmosférico (N₂) e fornecê-lo à planta, é uma alternativa para substituir, pelo menos parcialmente, a adubação nitrogenada. A eficiência desta tecnologia passa pelo processo de seleção de estirpes e pelo desenvolvimento de novas metodologias que possam incrementar a competitividade do rizóbio presente no inoculante, envolvendo o enriquecimento dos teores de fósforo (P) e molibdênio (Mo) nas sementes obtidos via adubação foliar, proporcionando aumentos no crescimento e no rendimento de grãos do feijoeiro. Além disso, o enriquecimento de sementes de feijoeiro com Mo poderá aumentar a atividade da nitrato redutase. O objetivo deste trabalho foi testar a eficiência desta tecnologia de enriquecimento nutricional de sementes na nodulação e no desenvolvimento inicial de plantas de feijoeiro das cultivares Ouro Negro e Carioca, inoculadas com diferentes estirpes de rizóbio. O experimento foi implantado em condições de campo utilizando duas cultivares de feijoeiro (Carioca e Ouro Negro), dois níveis de enriquecimento das sementes com P e Mo (sementes não enriquecidas e enriquecidas) e seis tratamentos (testemunha absoluta; testemunha nitrogenada; inoculação de estirpe de rizóbio do inoculante comercial; inoculação de estirpe de rizóbio selecionada na Embrapa Agrobiologia; inoculação de estirpe de rizóbio do inoculante comercial com adubação de 40 kg de nitrogênio em cobertura aos 25 dias após a emergência; inoculação de estirpe de rizóbio selecionada na Embrapa Agrobiologia com adubação de 40 kg de nitrogênio em cobertura aos 25 dias após a emergência). A cultivar Ouro Negro respondeu ao tratamento de enriquecimento das sementes, sendo que a estirpe selecionada na Embrapa Agrobiologia promoveu aumento de 64% na massa nodular e de 24% da massa de raízes secas na floração.

Abstract

The use of biological nitrogen fixation technology in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) is an alternative to substitute part of nitrogen fertilizer in this culture. However, rhizobia-common beans symbiosis is affected by the competitiveness of the inoculated strains with indigenous rhizobia. Strain selection research results show a good potential of new rhizobial isolates to fix nitrogen with common beans, due to intrinsic tolerance to abiotic stress. Moreover, a new approach has been studied, to increase inoculant rhizobial competitiveness by the use of seeds enriched with phosphorus (P) and molybdenum (Mo). Common beans seeds with higher levels of P and Mo increase the contribution of the biological nitrogen fixation to the culture with significant increments on grain production. Moreover, the seed enrichment with Mo increase the activity of nitrate reductase enzyme, increasing the efficiency N absorption. The objective of this work was to evaluate the effect of the use of Mo and P enriched seeds of two cultivars, Ouro Negro and Carioca, inoculated with commercial rhizobial inoculant and a new selected strain of Embrapa Agrobiologia. The experiment was conducted at field conditions, with two cultivars (Carioca and Ouro Negro) which seeds were enriched or not enriched with P and Mo. Five nitrogen supplied treatments were used: nitrogen control, absolute control and inoculation with rhizobial two different rhizobial strains, with or without nitrogen supplementation at flowering. The Ouro Negro cultivar was more responsive to seed enrichment when inoculated with

Embrapa Agrobiologia selected strain, promoting increase in nodulation and root dry matter accumulation at flowering.

Introdução

A tecnologia de inoculação do feijoeiro com bactérias do grupo dos rizóbios, capazes de fixar nitrogênio atmosférico e fornecê-lo à planta, é uma alternativa para substituir, pelo menos parcialmente, a adubação nitrogenada. Resultados recentes mostram um bom potencial de algumas bactérias em fixar nitrogênio do ar (Souza et al., 2003).

Dentre os procedimentos para a produção de inoculante mais eficiente para o feijoeiro um dos pontos de maior importância é, sem dúvida, a seleção de estirpes eficientes e, além disso, o desenvolvimento de novas metodologias que possam incrementar a competitividade das estirpes (Braga et al., 2001). Isolados de rizóbio pertencentes ao gênero *Sinorhizobium*, tolerantes a condições de estresse térmico (Straliotto, 2001; Straliotto et al., 2003), apresentaram eficiência simbiótica estatisticamente superior à estirpe comercial em feijoeiro constituindo em fonte de material genético a ser utilizado nos testes de seleção de estirpes.

Neste contexto uma linha de pesquisa com resultados muito promissores, de grande aplicabilidade tecnológica, envolve o incremento da nodulação e aumento da eficiência de utilização de nitrogênio do solo pelo uso de sementes enriquecidas com fósforo (P) e molibdênio (Mo) obtidas via pulverização foliar em estádios avançados do desenvolvimento das vagens, ou seja, início do enchimento dos grãos - estágio R8 (Kubota, 2006). Sementes de feijoeiro enriquecidas com P e Mo aumentam a contribuição da fixação biológica de nitrogênio à cultura, aumentam o rendimento de grãos em cultivos sob inoculação, substituindo, ainda que parcialmente a adubação nitrogenada. Paralelamente, o enriquecimento de sementes de feijoeiro com Mo sugere aumentos da atividade da nitrato redutase, aumentando a eficiência de utilização de N e conseqüentemente o rendimento de grãos (Kubota, 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do enriquecimento das sementes de feijoeiro com fósforo e molibdênio no desenvolvimento inicial de plantas de feijoeiro de duas cultivares distintas crescidas com fornecimento de adubo nitrogenado e/ou inoculadas com estirpes de rizóbio. As estirpes de rizóbio testadas foram o inoculante comercial contendo as estirpes BR 322 e BR 520 de *Rhizobium tropici* ou a estirpe BR 923 de *Sinorhizobium* sp, selecionada na Embrapa Agrobiologia.

Material e Métodos

O experimento foi instalado no campo experimental da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO. O solo da área experimental corresponde a um Latossolo Vermelho Amarelo foi amostrado (0-20 cm) e analisado segundo a metodologia preconizada pela EMBRAPA (1997). As sementes enriquecidas com P e Mo foram produzidas conforme descrito em Kubota (2006). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições, disposto em fatorial 2X2X6: duas cultivares de feijoeiro (Carioca e Ouro Negro), dois níveis de enriquecimento das sementes com fósforo e molibdênio (não enriquecidas e enriquecidas) e seis tratamentos (Testemunha absoluta – TA; Testemunha nitrogenada – TN; Inoculação de estirpe de rizóbio do inoculante comercial – Eco; Inoculação de estirpe de rizóbio selecionada na Embrapa Agrobiologia – Esel; Inoculação de estirpe de rizóbio do inoculante comercial com adubação de 40 kg de nitrogênio em cobertura aos 25 dias após a emergência – Eco+C; Inoculação de estirpe de rizóbio selecionada na Embrapa Agrobiologia com adubação de 40 kg de nitrogênio em cobertura aos 25 dias após a emergência – Esel+C. A parcela experimental foi constituída de oito linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas 0,50m entre si. A fim de promover um maior isolamento entre os tratamentos a última linha de cada parcela não foi semeada. O solo foi arado, gradeado e sulcado mecanicamente.

As sementes foram tamizadas a fim de manter o mesmo tamanho em todos os tratamentos. Utilizou-se a densidade de 12 sementes por metro linear. Por ocasião do plantio realizou-se uma adubação básica, de acordo com a análise do solo, de fósforo (90,0 kg de $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$) e potássio (40,0 kg de $K_2O \cdot ha^{-1}$) em todos os tratamentos, exceto aquele da testemunha absoluta (TA). As parcelas das testemunhas nitrogenadas (TN) receberam, por ocasião do plantio, 20 kg de N $\cdot ha^{-1}$. Aos 25 DAE foi realizada a adubação de nitrogênio em cobertura, tanto nas parcelas das testemunhas nitrogenadas (TN) quanto naquelas com

adubação complementar à inoculação de rizóbio. O inoculante utilizado foi produzido com uma densidade de 10^9 células de rizóbio por grama de inoculante turfoso.

Por ocasião do início da floração efetuou-se uma amostragem de biomassa, coletando-se as plantas em 0,5 m lineares de cada parcela experimental. As raízes foram lavadas, e os nódulos separados. A parte aérea, raízes e os nódulos foram postos em estufas para secagem e, após 72 horas, foram determinadas as massas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, através do teste F, comparando-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Resultados e Discussão

De acordo com os dados apresentados na Tabela e com base em análise estatística, verificamos que na cultivar Carioca o acúmulo de massa seca na planta não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos aplicados. Esses dados sugerem que as estirpes de bactérias inoculadas no feijoeiro, ou as estirpes presentes no solo na ocasião do plantio forneceram N suficiente para a cultura até esta fase. Este resultado pode ser confirmado pela boa nodulação apresentada nos tratamentos nos quais foram inoculados tanto com a estirpe comercial quanto a estirpe selecionada.

Tabela. Produção de massa seca e nodulação em duas cultivares de feijoeiro (Carioca e Ouro Negro), em função de dois níveis de fósforo e molibdênio na semente e de fontes de nitrogênio (Goiânia, GO-2007). ER = Sementes com altos teores de fósforo e molibdênio; NR = Sementes com baixos teores de fósforo e molibdênio.

Fonte N	Massa da parte aérea seca		Massa da raiz seca		Massa dos nódulos secos	
	----- g planta ⁻¹ -----		----- g planta ⁻¹ -----		----- g planta ⁻¹ -----	
-----Teor de fósforo e molibdênio na semente-----						
	NR	ER	NR	ER	NR	ER
Cultivar Carioca						
TA	4,18Aa*	4,05 Aa	0,61 Aa	0,59 Aa	0,075 Aa	0,063 Aa
TN	4,06 Aa	4,68 Aa	0,49 Aa	0,58 Aa	0,032 Aa	0,035 Aa
Eco	4,16 Aa	4,13 Aa	0,58 Aa	0,57 Aa	0,087 Aa	0,100 Aa
Eco+cob	4,59 Aa	4,85 Aa	0,53 Aa	0,55 Aa	0,040 Aa	0,067 Aa
Esel	4,55 Aa	4,14 Aa	0,63 Aa	0,56 Aa	0,097 Aa	0,112 Aa
Esel + cob	3,62 Aa	4,60 Aa	0,48 Aa	0,58 Aa	0,034 Aa	0,040 Aa
Cultivar Ouro Negro						
TA	4,63 Aa	4,12 Aa	0,63 Aa	0,58 Aa	0,054 Aa	0,042 ABa
TN	4,56 Aa	4,73 Aa	0,60 Aa	0,66 Aa	0,023 Aa	0,009 Ba
Eco	4,28 Aa	5,22 Aa	0,57 Ab	0,74 Aa	0,043 Aa	0,064 ABa
Eco+cob	4,92 Aa	4,29 Aa	0,58 Aa	0,63 Aa	0,031 Aa	0,041 ABa
Esel	4,70 Aa	5,58 Aa	0,59 Ab	0,78 Aa	0,034 Ab	0,096 Aa
Esel + cob	4,87 Aa	4,98 Aa	0,65 Aa	0,66 Aa	0,051 Aa	0,024 ABa
C.V. (%)	19,18		22,9		77,46	

Os valores representam médias de cinco repetições; médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas horizontais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Na cultivar Ouro Negro, os efeitos dos tratamentos são verificados em todos os parâmetros analisados exceto para a massa da parte aérea seca. Com relação à produção de biomassa na raiz, os tratamentos onde se verificou aumentos significativos foram aqueles associados à inoculação com as estirpes de rizóbio, tanto comercial quanto a selecionada, com maior nível de fósforo e molibdênio na semente. No entanto, nos tratamentos inoculados, onde foi feita a suplementação com nitrogênio mineral, o desenvolvimento radicular das plantas provenientes de sementes enriquecidas não foi afetado positivamente. Este resultado pode indicar que o suprimento de nitrogênio mineral promove uma inibição parcial do desenvolvimento radicular nos tratamentos com sementes enriquecidas.

Analisando os dados de massa nodular da cultivar Ouro Negro, o aumento nos teores de fósforo e molibdênio na semente aumentou significativamente a nodulação da estirpe selecionada, a qual foi 64% superior ao tratamento com sementes não enriquecidas. Para a estirpe comercial, embora os dados mostrem uma nodulação cerca de 50% superior com o enriquecimento das sementes, o elevado coeficiente de variação resulta em diferenças estatisticamente não significativas.

O efeito do enriquecimento das sementes evidenciam a importância da seleção adequada do binômio cultivar-estirpe, uma vez que, apesar da existência de rizóbio nativo no solo, evidenciado pela nodulação dos tratamentos testemunhas (nitrogenada e absoluta), o tratamento da cultivar Ouro Negro em combinação com a estirpe selecionada pela Embrapa Agrobiologia mostrou efeitos significativos no desenvolvimento radicular e na nodulação.

Conclusões

O enriquecimento das sementes com fósforo e molibdênio resultou em incrementos na nodulação e no desenvolvimento do sistema radicular de plantas de feijoeiro a depender da cultivar utilizada e da estirpe de rizóbio. A cultivar Ouro Negro foi mais responsiva ao tratamento de enriquecimento das sementes, mostrando efeito significativo na promoção do desenvolvimento inicial das plantas de feijoeiro e na nodulação, especialmente nos tratamentos inoculados com a estirpe de rizóbio selecionada na Embrapa Agrobiologia.

Referências

- BRAGA, C.A.; SOARES, A.A.; ALMEIDA, K.A.; OTSUBO, A.A.; MERCANTE, F.M. Nodulação do feijoeiro em resposta à inoculação com *Rhizobium tropici* e ao suprimento de exsudatos, em condições de campo. Encontro de Biólogos do CRBio-1, 12, Encontro Nacional de Biólogos do CFBio, 3, Campo Grande, 2001...Programa e Resumos. UFMS, Campo Grande, p.137, 2001.
- KUBOTA, F. Y. Aumento dos teores de fósforo e molibdênio em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) via adubação foliar. (Dissertação Mestrado) 2006. 58p.- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- STRALIOTTO, R. Resposta do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) a inoculação com estirpes de *Sinorhizobium* sp., *Rhizobium tropici* e *R. etli* no estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, out. 2001, Foz do Iguaçu-PR. Resumos... Foz do Iguaçu: SBM, 2001. P.265. Resumo MS-060.
- STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M.G.; MERCANTE, F.M. Fixação Biológica de Nitrogênio. In: Aidar, H.; Kluthcousk, J.; Stone, L.F. (Eds). PRODUÇÃO DO FEIJOEIRO COMUM EM VÁRZEAS TROPICAIS. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. P. 122 – 155.
- SOUZA, M. F. M.; VALE, H. M. M. do & STRALIOTTO, R. Competitividade de estirpes pertencentes a diferentes espécies de rizóbio para ocupação nodular em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Agronomia, v. 37, p. 59-63. 2003.