

## Influência do nitrogênio e enxofre na produção do feijoeiro

Maria Ligia de Souza Silva<sup>1</sup>

Miguel Angelo Dias Silva<sup>2</sup>

Anderson Ricardo Trevizam<sup>3</sup>

### Resumo

Na fisiologia das plantas, limitações de nitrogênio (N) ou enxofre (S) são manifestadas no ponto de convergência das rotas assimilatórias, o que ocasiona acúmulo ou carência de produtos sintetizados. Objetivou-se com o trabalho avaliar a influência da interação entre N e S no desenvolvimento da cultura do feijoeiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos contendo 4 dm<sup>3</sup> de solo e instalado em delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial 2 x 5, sendo duas doses de N (80 e 120 mg dm<sup>-3</sup>) e cinco doses de S (0, 30, 60, 90 e 120 mg dm<sup>-3</sup>), com três repetições por tratamento. O feijão foi semeado após aplicação dos tratamentos nos vasos. O experimento foi conduzido por 80 dias; ao final do ciclo, as plantas foram separadas em grãos e parte aérea. As amostras vegetais da parte aérea foram secas, moídas e analisadas em relação ao teor de N e S. A produção de grãos do feijoeiro foi influenciada pela adubação nitrogenada e sulfatada, o que não ocorreu para a produção de matéria seca da parte aérea. A adubação nitrogenada interfere na absorção de S pela cultura do feijoeiro. A adição de N e S altera a relação N/S na cultura do feijoeiro. Os valores de N/S não se correlacionaram com a produção de grãos ou matéria seca da parte aérea.

**Palavras-chave:** Nutrição de plantas. Interação. Nutrientes. Absorção.

### Introdução

O nitrogênio (N) é amplamente destacado e reconhecido pela sua importância no crescimento das culturas e, principalmente, pelo incremento na produtividade. No entanto, não se pode desconsiderar a exigência de enxofre (S) pelas plantas; ademais, o metabolismo desse nutriente em vegetais está relacionado à nutrição nitrogenada, pois o metabolismo do N é fortemente afetado pela concentração de S na planta (MARSCHNER, 2012). Conforme enunciado na Lei do Mínimo (MALAVOLTA, 2006), quando não há um suprimento adequado de S às plantas, mesmo que aplicados os demais nutrientes, como P e K, em teores adequados ou elevados, a planta não atinge seu potencial produtivo.

Dessa maneira, avaliar a influência da adição de N e S na produtividade de diferentes culturas faz-se necessário para aperfeiçoar as condições de produção. Essas condições têm por finalidade otimizar as recomendações de nutrientes para as culturas visando atingir maiores produtividades com a dose adequada.

Segundo Marschner (2012), o N e S podem sofrer sinergismo, sendo que esses nutrientes podem influenciar diretamente a qualidade do produto. Os autores citam como exemplo que o S au-

1 Universidade Federal de Lavras, professora. [marialigia.silva@dcs.ufla.br](mailto:marialigia.silva@dcs.ufla.br). Departamento de Ciência do Solo, Caixa Postal 3037, Lavras (MG), Brasil, CEP: 37200-000.

2 Universidade Federal de Lavras, graduando. [miguelbte@hotmail.com](mailto:miguelbte@hotmail.com).

3 Universidade Federal de Lavras, graduando. [aanrt@hotmail.com](mailto:aanrt@hotmail.com).

menta o teor de metionina nas proteínas dos cereais e o N pode mudar a proporção de albuminas, globulinas, polaminas e glutelinas.

Na fisiologia da planta, a união das rotas metabólicas de assimilação do N e do S é representada pela incorporação do sulfeto na O-acetilserina pela enzima OAS-tiol-liase para a formação da cisteína (CRAWFORD et al., 2000). O aminoácido O-acetilserina tem sua origem na serina, por ação da enzima acetiltransferase (SATase). Desta forma, a serina é formada no processo de fotorrespiração da planta, sendo o N, presente em sua estrutura, produto da redução e assimilação do N do solo (KOPRIVA; RENNENBERG, 2004).

Limitações de N ou S nas plantas são manifestadas no ponto de convergência das rotas assimilatórias, o que ocasiona acúmulo ou carência de produtos sintetizados (NIKIFOROVA et al., 2006), ocasionando um desbalanço nutricional que reflete na síntese da maioria das proteínas vegetais.

A interação N x S no metabolismo aparenta não se restringir apenas à síntese de proteínas. Em diversos estudos com espécies vegetais foi constatada menor atividade da enzima redutase do nitrato sob condições de S limitante no substrato, o que culminou em incremento das concentrações de nitrato no tecido vegetal (GIORDANO et al., 2000; THOMAS et al., 2000; PROSSER et al., 2001). Desse modo, infere-se que o metabolismo das plantas pode ser alterado de acordo com a forma de N combinada com o S na adubação.

De acordo com Marschner (2012), a interação N e S deve ser levada em consideração nas recomendações de adubação. Grande parte do N nas plantas está em forma de proteínas e o S é constituinte de dois aminoácidos essenciais, cisteína e metionina. No caso de deficiência desse elemento haverá diminuição da produção desses aminoácidos e as proteínas que os contêm não serão formadas. Como consequência, plantas deficientes em S não assimilam o N em proteínas, sendo assim o N se acumula na forma de aminas, amidas e aminoácidos solúveis, demonstrando a importância do equilíbrio entre as concentrações de N e S no solo e na planta, o que interfere no crescimento e no estado nutricional, ou seja, doses mais altas de um desses elementos podem levar à menor disponibilidade do outro elemento para as plantas, prejudicando o rendimento da cultura.

Estudos de nutrição de plantas demonstraram efeito positivo do fornecimento de S na produtividade de várias culturas, destacando-se o feijão (FURTINI NETO et al., 2000; CRUSCIOL et al., 2006). Plantas de trigo cultivadas em solo franco arenoso responderam a aplicações S através de uma maior absorção desse elemento e uma menor relação N/S (WARMAN; SAMPSON, 1994). Para a canola, Janzen e Bettany (1984) verificaram que o rendimento da cultura foi obtido apenas quando a disponibilidade de N e S estava em equilíbrio. Fismes et al. (2000) verificaram que a deficiência de N em canola reduziu a eficiência de utilização do S.

Com o presente trabalho objetivou-se: a) avaliar o desenvolvimento do feijoeiro em função da interação N e S; b) avaliar a absorção do S pelo feijão e c) estabelecer a melhor relação N/S para a cultura do feijão em relação à adubação nitrogenada e sulfatada.

## Material e métodos

Para o experimento foi coletado solo na profundidade de 0 a 20 cm de um Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS et al., 2013) em campo não cultivado sob vegetação natural. O solo foi seco ao ar e peneirado em malha de 4 mm de abertura. Posteriormente uma subamostra foi retirada para caracterização química (SILVA, 2009), cujos resultados encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados analíticos do Latossolo Vermelho distroférico

Características	LVdf	Unidade
pH água	5,6	
Potássio (K)	56	mg dm <sup>-3</sup>
Fósforo (P)	0,84	mg dm <sup>-3</sup>
Cálcio (Ca)	1,2	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Magnésio (Mg)	0,2	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Alumínio (Al)	0,5	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Acidez Potencial (H + Al)	6,3	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Soma de Bases (SB)	1,54	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Capacidade Troca Catiônica efetiva (t)	2,04	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Capacidade Troca Catiônica (T)	7,84	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Saturação de Bases (V)	20,0	%
Saturação por Alumínio (m)	18	%
Matéria Orgânica (M. O.)	31,4	g kg <sup>-1</sup>
Fósforo remanescente (P-Rem)	12,9	mg L <sup>-1</sup>
Zinco (Zn)	0,66	mg dm <sup>-3</sup>
Ferro (Fe)	37,2	mg dm <sup>-3</sup>
Manganês (Mn)	19,96	mg dm <sup>-3</sup>
Cobre (Cu)	2,67	mg dm <sup>-3</sup>
Boro (B)	0,43	mg dm <sup>-3</sup>
Enxofre (S)	13,08	mg dm <sup>-3</sup>

pH(água); Ca, Mg e Al (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); P, K, Fe, Zn, Mn e Cu (Mehlich 1); Acidez potencial(SMP); B água quente, de acordo com metodologia de Silva (2009)

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2017)

Com base na análise química, realizou-se a correção da acidez do solo, incorporando carbonato de cálcio p.a. e carbonato de magnésio p.a. (proporção estequiométrica de 3:1 para Ca e Mg, respectivamente), visando elevar a saturação por bases a 70 %. O solo foi incubado por 30 dias com umidade mantida a 60 % do volume total de poros (VTP).

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas doses de N e cinco doses de S, com três repetições por tratamento, totalizando 30 parcelas experimentais. A unidade experimental foi composta por um vaso contendo 4 dm<sup>3</sup> de solo.

Após incubação do solo foi realizada a adubação fosfatada, na dose de 55 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato triplo (42 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e conjuntamente foi aplicado o S nas doses 0, 30, 60, 90 e 120 mg dm<sup>-3</sup> na forma de gesso agrícola (14 % de S). Após a adubação de plantio, os vasos foram semeados com cinco sementes de feijão por vaso da variedade IAC-Imperador. Uma semana após a emergência, foi realizado o primeiro desbaste deixando apenas três plantas por vaso e, após dez dias, foi realizado o segundo desbaste deixando duas plantas por vaso, as quais foram conduzidas até completarem o ciclo fenológico.

O N foi aplicado nas doses de 80 e 120 mg dm<sup>-3</sup> na forma de ureia. As doses de N foram parceladas em três aplicações, sendo essas realizadas aos 14, 24 e 60 dias após a emergência (DAE) das plantas. A adubação potássica foi realizada na dose de 20 mg dm<sup>-3</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de KCl fornecida via solo, sendo parcelada em duas aplicações aos 14 e 24 DAE. Quando as plantas entraram no período de floração, foi realizada a aplicação de B via foliar na dose de 0,5 g L<sup>-1</sup>.

A colheita dos experimentos ocorreu de acordo com o ciclo fenológico do feijão, ou seja, na produção de grãos que ocorreu aos 80 DAE. Ao final do experimento, as plantas foram separadas em parte aérea e grãos. A parte aérea das amostras foram secas em estufa a 65 °C, pesadas, moídas em moinho tipo Wiley e acondicionadas em sacolas plásticas para posterior análise. Os grãos foram secos e pesados. As amostras vegetais foram analisadas em relação ao teor de N pelo método de Kjeldahl e o teor S pelo método turbidimétrico, ambos de acordo com Silva (2009).

Em função dos dados obtidos foi calculado o acúmulo de S e a relação N/S conforme equações abaixo:

Enxofre acumulado (EA)

$$EA = TS \times MS$$

em que: TS = Teor de S (g kg<sup>-1</sup>); MS = Massa Seca (g vaso<sup>-1</sup>)

Relação N/S

$$N / S = \frac{TN}{TS}$$

em que: TN = Teor de N na planta; TS = Teor de S na planta.

Porcentagem de absorção de S (% AbsS)

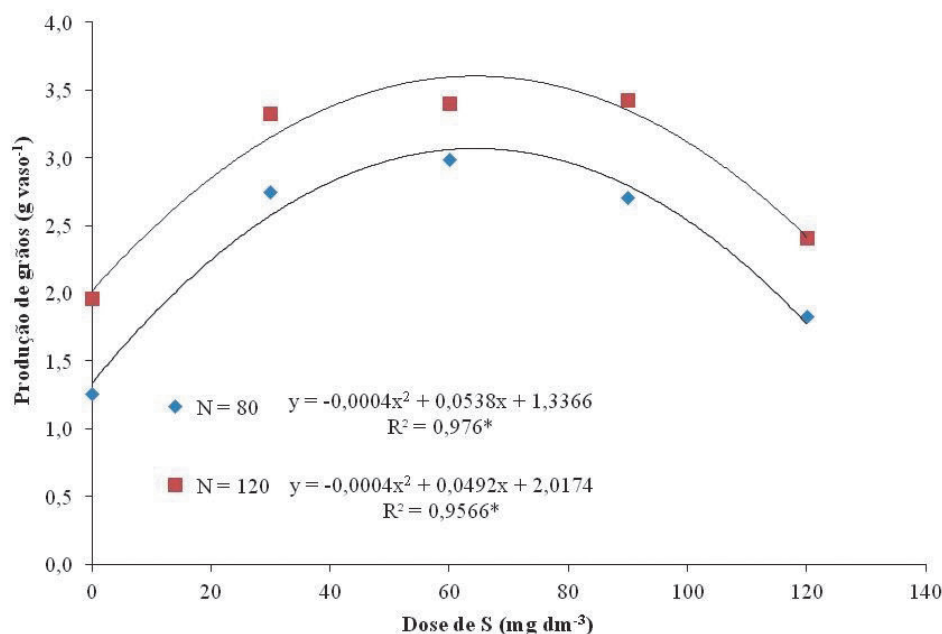
$$\%AbsS = \frac{EA}{QSaSolo} \times 100$$

em que: QSaSolo = Quantidade de S aplicado no solo (mg vaso<sup>-1</sup>)

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância (teste de F,  $p \leq 0,05$ ) e teste de médias (Scott-Knott,  $p \leq 0,05$ ) e regressão com o auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

## Resultados e discussão

A produção de grãos em função da aplicação de N apresentou diferenças com as doses de S aplicadas. A produção de grãos (3,53 g vaso<sup>-1</sup>) foi maior com a aplicação de N na dose de 120 mg dm<sup>-3</sup>, combinada com a dose de 61,5 mg dm<sup>-3</sup> de S (Figura 1). Na dose de 80 mg dm<sup>-3</sup> de N, a maior produção de grãos (3,14 g vaso<sup>-1</sup>) foi observada com a aplicação de 67,25 mg dm<sup>-3</sup> de S. Na média geral, as doses de N apresentaram resultados de produção médios diferentes, sendo de 2,30 g vaso<sup>-1</sup> para a dose de 80 mg dm<sup>-3</sup> de N e de 2,90 g vaso<sup>-1</sup> para a dose de 120 mg dm<sup>-3</sup> de N (Tabela 2).

**Figura 1.** Produção de grãos de feijão em função das doses de nitrogênio e enxofre. \* Significativo a 5 %


**Fonte:** Elaborada pelos autores (2017)

**Tabela 2.** Análise de variância, teste F para as variáveis estudadas

Fator	GL	Grãos <sup>(1)</sup>	Biom. <sup>(2)</sup>	Teor <sup>(3)</sup>	AcS <sup>(4)</sup>	N/S <sup>(5)</sup>
Doses de N (F1)	1	20,20*	0,62 <sup>NS</sup>	19,3*	10,43*	11,1*
Doses de S (F2)	3	22,3 <sup>#</sup>	1,31 <sup>#</sup>	11,8 <sup>#</sup>	7,55 <sup>#</sup>	2,96 <sup>#</sup>
Interação F1 x F2	3	0,18 <sup>NS</sup>	1,54 <sup>NS</sup>	42,7*	15,1*	10,3*
Tratamentos	7	12,2*	1,33 <sup>NS</sup>	26,4*	12,2*	7,1*
N <sup>(6)</sup> = 80 mg dm <sup>-3</sup>		2,30b	9,95a	0,93a	9,44a	27b
N = 120 mg dm <sup>-3</sup>		2,91a	9,59a	0,81b	7,75b	31a

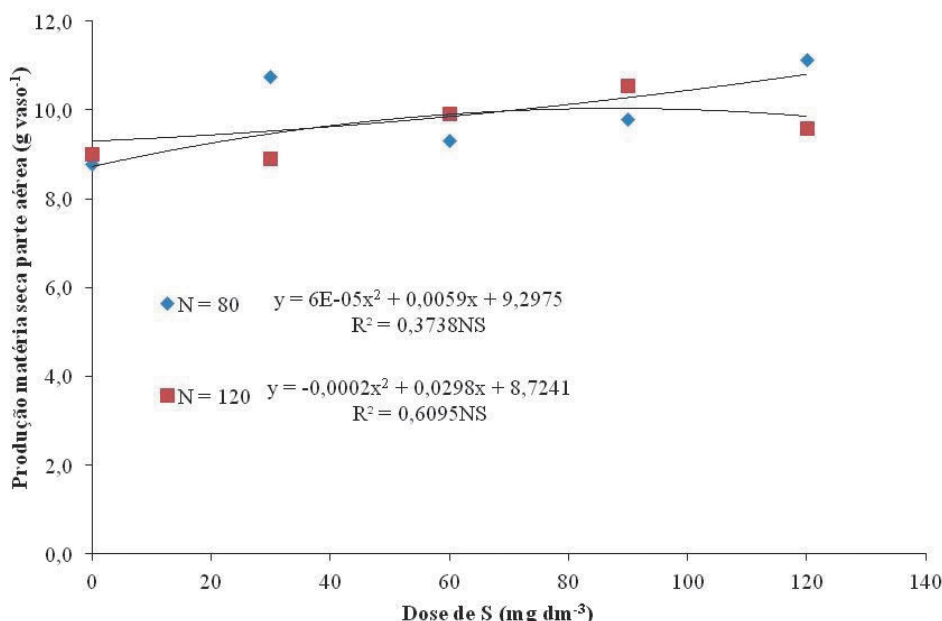
1 – Produção de grãos; 2 – Produção da parte aérea do feijoeiro; 3 – Teor de S; 4 – Acúmulo de S; 5 – Relação N/S; 6 – Média geral comparada entre as doses de N mineral. \* Significativo ao nível de 1 % de probabilidade. # não aplicável

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2017)

A queda de produção verificada nas maiores doses de S pode ser explicada devido às plantas de feijão não apresentarem um mecanismo eficiente para absorver o S em excesso, podendo levar a uma condição de toxidez, ocasionando redução na produção (RENNENBERG, 1984).

A produção de matéria seca da parte aérea (Figura 2) não apresentou um comportamento significativo em função das doses de N e S, não sendo possível obter um comportamento da cultura em relação à produção de matéria seca da parte aérea. Na média geral, o experimento apresentou uma produção de matéria da parte aérea de 9,77 g vaso<sup>-1</sup>.

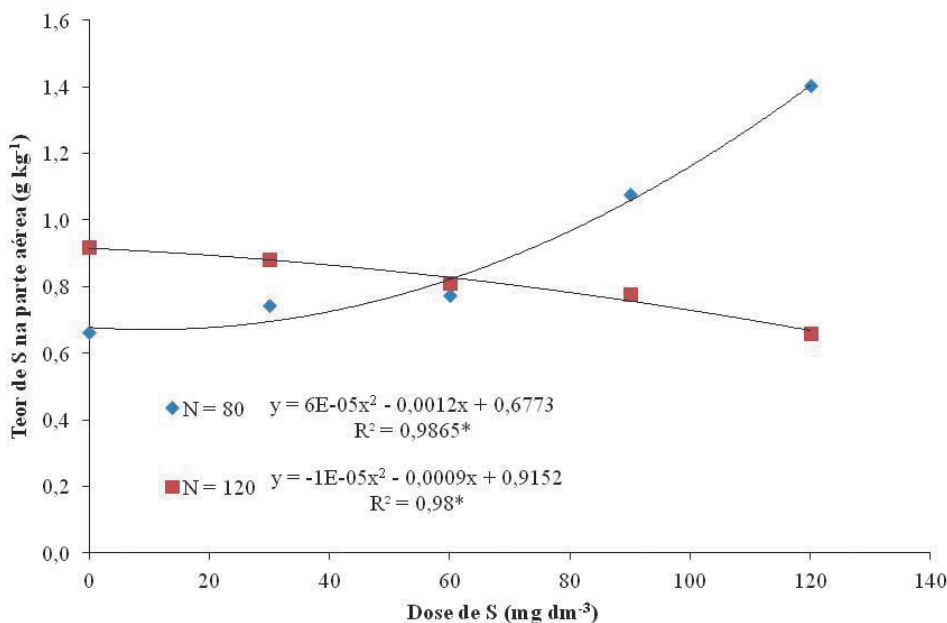
**Figura 2.** Produção de matéria seca da parte aérea do feijoeiro em função das doses de nitrogênio e enxofre. \* Significativo a 5 %



Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

O teor de S na parte aérea do feijoeiro aumentou em função das doses de S, combinada com a dose de 80 mg dm<sup>-3</sup> de N, enquanto que na dose 120 mg dm<sup>-3</sup> de N, o teor de S diminuiu com o aumento das doses de S aplicadas (Figura 3). Essa alteração na concentração de S na parte aérea indica uma influência do N sobre o teor de S na planta. De forma geral, a média do teor de S na parte aérea do feijoeiro (0,93 g kg<sup>-1</sup>) na dose de 80 mg dm<sup>-3</sup> de N foi superior ao teor (0,81 g kg<sup>-1</sup>) obtido com a dose de 120 mg dm<sup>-3</sup> de N (Tabela 2).

**Figura 3.** Teor de enxofre na parte aérea do feijoeiro em função das doses de nitrogênio e enxofre. \* Significativo a 5 %

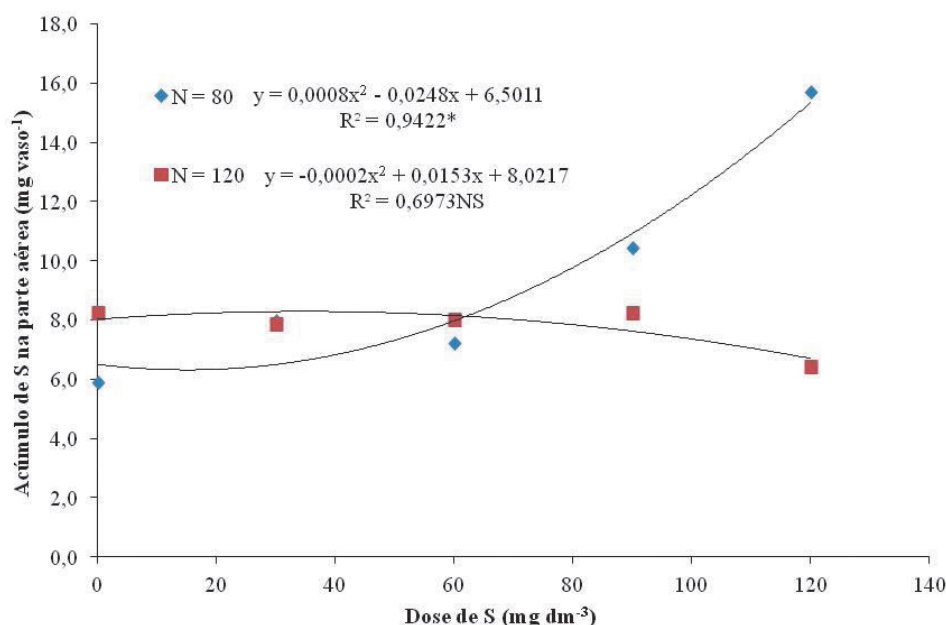


Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

O acúmulo de S na parte aérea do feijoeiro aumentou em função das doses de S com a aplicação de N na dose de 80 mg dm<sup>-3</sup> (Figura 4). Quando aplicado o N na dose de 120 mg dm<sup>-3</sup>, não houve comportamento significativo dos dados. De forma geral, o acúmulo de S foi maior (9,44 mg vaso<sup>-1</sup>) com a dose de 80 mg dm<sup>-3</sup> de N, enquanto que na dose de 120 mg dm<sup>-3</sup> foi aproximadamente 18 % inferior (7,75 mg vaso<sup>-1</sup>) (Tabela 2).

O aumento do teor S na parte aérea do feijoeiro pode acarretar uma menor quantidade de nutriente translocada para as sementes (CÉSAR et al., 2008), podendo comprometer a qualidade dessas.

**Figura 4.** Acúmulo de enxofre na parte aérea do feijoeiro em função das doses de nitrogênio e enxofre. \* Significativo a 5 %

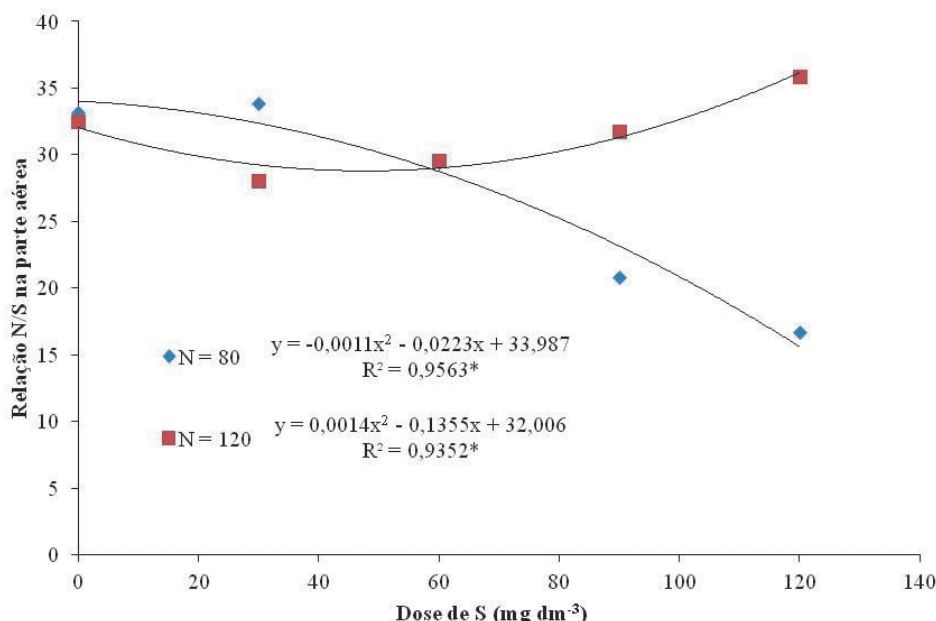


**Fonte:** Elaborada pelos autores (2017)

A interação entre N e S está diretamente relacionada com a alteração das respostas fisiológicas e bioquímicas das plantas (JAMAL et al., 2010). Segundo Jamal et al. (2010), o estudo da relação N/S pode auxiliar nas recomendações de uma adubação equilibrada desses nutrientes para uma determinada cultura.

A relação N/S para a dose de 80 mg dm<sup>-3</sup> de N reduziu o tratamento controle (33) para uma relação de 17, combinada com a dose de 120 mg dm<sup>-3</sup> de S (Figura 5). Para os tratamentos com a dose de 120 mg dm<sup>-3</sup> de N, a relação N/S manteve-se próxima ao tratamento controle, na ordem de 33, e com aumento expressivo dessa relação na maior dose de S. Na média geral, a relação N/S foi maior na dose de 120 mg dm<sup>-3</sup> de N (31), enquanto que na dose de 80 mg dm<sup>-3</sup> de N foi de 27 (Tabela 2).

**Figura 5.** Relação N/S na parte aérea do feijoeiro em função das doses de nitrogênio e enxofre. \*Significativo a 5 %



**Fonte:** Elaborada pelos autores (2017)

Para a cultura do trigo em solo franco arenoso obteve-se resposta a aplicações S por meio de uma maior absorção desse elemento e menor relação N/S (WARMAN; SAMPSON, 1994). Para a canola, Janzen e Bettany (1984) verificaram que o rendimento da cultura foi obtido apenas quando a disponibilidade de N e S estava em equilíbrio. Os autores verificaram que a razão N/S ótima foi estimada como sendo de 7:1 e verificaram que a aplicação de S excessiva em relação à disponibilidade N produziu um acúmulo excessivo de S no tecido das plantas e produção reduzida de sementes. A relação N/S de 6,4 a 9,4 pode ser considerada adequada para a palmeira (ABO-RADY et al., 1988).

Em estudo conduzido por Teixeira et al. (2008), os autores verificaram aumento do teor de S e redução da relação N/S nas folhas do feijoeiro, quando aplicadas altas doses de S na forma sulfato de amônio. Em casos de deficiência de S, pode ocorrer acúmulo de N não proteico, causando aumento da relação N/S e redução do desenvolvimento do feijoeiro (FAGERIA, 2001), fato esse que poderia explicar os resultados nas baixas doses de S aplicadas ao solo, visto que o equilíbrio não promoveu o desenvolvimento da cultura.

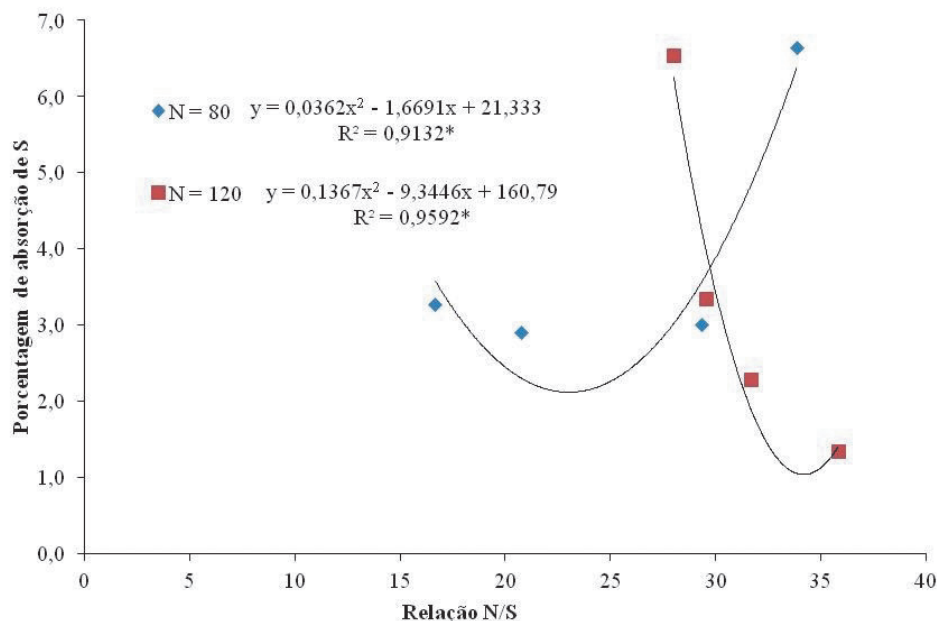
Apesar de a relação N/S apresentar correlação com as doses de S (Figura 5), os resultados de N/S não apresentaram nenhuma correlação significativa com a produção de grãos ou matéria seca da parte aérea. Entretanto, Crusciol et al. (2006) encontraram a relação N/S de 25,5 para a maior produtividade do feijoeiro em função das doses de S aplicadas em cobertura. Os autores descrevem em seu trabalho que valores entre 13 e 17 podem ser ideais para maior produtividade da cultura e que valores elevados de N/S podem comprometer a produtividade de grãos.

Quando calculada a porcentagem de absorção do S (% AbsS) aplicado no solo em função das doses de N, observa-se correlação significativa dessa variável com a relação N/S encontrada nos tratamentos (Figura 6). Nos tratamentos com 80 mg dm<sup>-3</sup> de N foi observado que uma alta relação N/S (34) apresentou 6,5 % de absorção de S e quando aplicado o N na dose de 120 mg dm<sup>-3</sup> foi observada uma baixa relação N/S, pois houve maior absorção de S pelo feijoeiro. Na média geral, a



%AbsS foi significativamente diferente sendo de 3,95 % para a dose de 80 mg dm<sup>-3</sup> de N e de 3,37 % para a dose de 120 mg dm<sup>-3</sup> de N.

**Figura 6.** Correlação entre a relação N/S na parte aérea do feijoeiro e a porcentagem de absorção de S pela cultura do feijoeiro. \* Significativo a 5 %



Fonte: Elaborada pelos autores (2017)

## Conclusão

A produção de grãos do feijoeiro é influenciada pela adubação nitrogenada e sulfatada, o que não ocorre para a produção de matéria seca da parte aérea do feijoeiro.

A adubação nitrogenada interfere na absorção de S pela cultura do feijoeiro.

A adição de N e S altera a relação N/S na cultura do feijoeiro. Entretanto, esses resultados não correlacionam com a produção de grãos ou matéria seca da parte aérea.

## Agradecimentos

À bolsa de iniciação científica PIBIC-CNPq pela UFLA concedida ao segundo autor.

## Influence of nitrogen and sulfur on common bean production

### Abstract

In the plant physiology, limitations of nitrogen (N) or sulfur (S) are expressed at the convergence point of the assimilatory routes, which causes accumulation or deficiency of synthesized products. The objective of this work was to evaluate the influence of N and S interaction in the development of crop beans. The experiment was conducted in a greenhouse and in pots containing 4 dm<sup>3</sup> of soil, in an entirely randomized design, in a factorial scheme 2 x 5, under two N rates (80 and 120 mg dm<sup>-3</sup>) and five S rates (0, 30, 60, 90 and 120 mg dm<sup>-3</sup>), with three repetitions per treatment. Treatments

were applied to the pots and seeded beans. The experiment was conducted for 80 days; at the end of cycle, plants were separated into grain and shoot. Plant samples of shoots were dried, ground and analyzed for N and S contents. The productivity of bean grains were influenced by nitrogen and sulfate fertilization, which was not observed for the production of shoot dry matter. Nitrogen fertilization interferes in the S absorption by bean crop. The addition of N and S changes the N/S relation in the bean crop. The N/S relation in bean crop was directly influenced by the addition of N and S. The values for N/S did not correlate to the grain production or shoot dry matter.

**Keywords:** Plant nutrition. Interaction. Nutrient. Absorption.

## Referências

ABO-RADY, M. D. K.; DUHEASH, O.; KHALIL, M.; TURJOMAN, A. M. Effect of elemental Sulphur on some properties of calcareous soils and growth of date palm seedlings. **Arid Soil Research and Rehabilitation**, Philadelphia, v. 2, n. 2, p. 121-130, 1988. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/248986696\\_Effect\\_of\\_elemental\\_sulphur\\_on\\_some\\_properties\\_of\\_calcareous\\_soils\\_and\\_growth\\_of\\_date\\_palm\\_seedlings](https://www.researchgate.net/publication/248986696_Effect_of_elemental_sulphur_on_some_properties_of_calcareous_soils_and_growth_of_date_palm_seedlings)>. Acesso em: 25 abril 2016.

CÉSAR, M. L.; FONSECA, N. R.; TOLEDO, M. Z.; SORATTO, R. P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C. A. C. Aplicação de enxofre em cobertura e qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, supl., p. 681-686., 2008. Acesso em: 22 maio 2017.

CRAWFORD, N. M.; KAHN, M. L.; LEUSTEK, T.; LONG, S. R. Nitrogen and sulphur. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000, chap. 16, p. 786-849.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; SILVA, L. M. da; LEMOS, L. B. Aplicação de enxofre em cobertura no feijoeiro em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 3, p. 459-465, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v65n3/a12v65n3.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2016.

FAGERIA, V. D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 24, n. 8, p. 1269-1290, 2001. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=-562231c95e9d9747208b4576&assetKey=AS%3A285506849001473%401445081545579>>. Acesso em: 20/ abril 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2016.

FISMES, J.; VONG, P. C.; GUCKERT, A.; FROSSARD, E. Influence of sulfur on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous soil. **European Journal of Agronomy**, Netherlands, v. 12, n. 2, p. 127-141, 2000. Disponível em: <<http://directory.umm.ac.id/Data%20Elmu/jurnal/E/European%20Journal%20of%20Agronomy/Vol12.Issue2.March2000/5.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2016.

FURTINI NETO, A. E.; FERNANDES, L. A.; FAQUIN, V.; SILVA, I. R. da; ACCIOLY, A. M. A. Resposta de cultivares de feijoeiro ao enxofre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 567-573, 2000.

GIORDANO, M.; PEZZONI, V.; HELL, R. Strategies for the allocation of the resources under sulfur limitation in the green alga *Dunaliella salina*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 124, p. 857-864, 2000. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC59189/>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

JAMAL, A.; MOON, Y. S.; ABDIN, M. Z. Sulphur - a general overview and interaction with nitrogen. **Australian Journal of Crop Science**, Austrália, v. 4, n. 7, p. 523-529, 2010. Disponível em: <[http://www.cropj.com/jamal\\_4\\_7\\_2010\\_523\\_529.pdf](http://www.cropj.com/jamal_4_7_2010_523_529.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2016.

JANZEN, H. H.; BETTANY, J. R. Sulfur nutrition of rapeseed: I. Influence of fertilizer nitrogen and sulfur rates. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 48, n. 1, p. 100-107, 1984. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/250126145\\_Sulfur\\_Nutrition\\_of\\_Rapeseed\\_I\\_Influence\\_of\\_Fertilizer\\_Nitrogen\\_and\\_Sulfur\\_Rates1](https://www.researchgate.net/publication/250126145_Sulfur_Nutrition_of_Rapeseed_I_Influence_of_Fertilizer_Nitrogen_and_Sulfur_Rates1)>. Acesso em: 22 abr. 2016.

KOPRIVA, S.; RENNENBERG, H. Control of sulphate assimilation and glutathione synthesis: interaction with N and C metabolism. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, p. 1831-1842, 2004. Disponível em: <[https://oup.silverchair-cdn.com/oup/backfile/Content\\_public/Journal/jxb/55/404/10.1093/jxb/erh203/2/erh203.pdf?Expires=1502907458&Signature](https://oup.silverchair-cdn.com/oup/backfile/Content_public/Journal/jxb/55/404/10.1093/jxb/erh203/2/erh203.pdf?Expires=1502907458&Signature)>. Acesso em: 10 maio 2016.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006, 638p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Elsevier, 2012, 651p.

NIKIFOROVA, V. J.; BIELECKA, M.; GAKIERE, B.; KRUEGER, S.; RINDER, J.; KEMPA, S.; MORCUENDE, R.; SCHEIBLE, W. R.; HESSE, H.; HOEFGEN, R. Effect of sulfur availability on the integrity of amino acid biosynthesis in plants. **Amino Acids**, New York, v. 30, p. 173-183, 2006. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00726-005-0251-4>>. Acesso em: 10 maio 2016.

PROSSER, I. A.; PURVES, J. V.; SAKER, L. R.; CLARKSON, D. T. Rapid disruption of nitrogen metabolism and nitrate transport in spinach plants deprived of sulphate. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 52, p. 113-121, 2001. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/12148754\\_Rapid\\_disruption\\_of\\_nitrogen\\_metabolism\\_and\\_nitrate\\_transport\\_in\\_spinach\\_plants\\_deprived\\_of\\_sulphate](https://www.researchgate.net/publication/12148754_Rapid_disruption_of_nitrogen_metabolism_and_nitrate_transport_in_spinach_plants_deprived_of_sulphate)>. Acesso em: 20 abril 2016.

RENNENBERG, H. The fate of excess sulfur in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, San Diego, n. 35, p. 121-153, 1984. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/234836852\\_The\\_Fate\\_of\\_Excess\\_Sulfur\\_in\\_Higher\\_Plants](https://www.researchgate.net/publication/234836852_The_Fate_of_Excess_Sulfur_in_Higher_Plants)>. Acesso em: 07 jun. 2016.

#### **Histórico editorial:**

Submetido em: 30/09/2015

Aceito em: 04/07/2016

Como citar:

ABNT

SILVA, M. L. S.; SILVA, M. A. D.; TREVIZAM, A. R. Influência do nitrogênio e enxofre na produção do feijoeiro.

**Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 9, n. 3, p. 11-21, jul./set.

Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v9n32017899>

APA

SILVA, M. L. S., SILVA, M. A. D. & TREVIZAM, A. R. (2017). Influência do nitrogênio e enxofre na produção do feijoeiro. *Revista Agrogeoambiental*, Pouso Alegre, 9 (3), 11-21.

Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v9n32017899>

ISO

SILVA, M. L. S.; SILVA, M. A. D. e TREVIZAM, A. R. Influência do nitrogênio e enxofre na produção do feijoeiro. *Revista Agrogeoambiental*, 2017, vol. 9, n. 3, pp. 11-21. Eissn 2316-1817.

Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v9n32017899>

VANCOUVER

Silva MLS, Silva MAD, Trevizam AR. Influência do nitrogênio e enxofre na produção do feijoeiro. *Rev agrogeoambiental*. 2017 jul/set; 9(3): 11-21. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v9n32017899>