



Interação nitrogênio e enxofre nos teores foliares do feijoeiro⁽¹⁾.

Miguel Angelo Dias Silva⁽²⁾; Maria Ligia de Souza Silva⁽³⁾; Larah Martins Freitas⁽²⁾;
Anderson Ricardo Trevizam⁽²⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES, FAPEMIG e CNPq.

⁽²⁾ Graduando em agronomia; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; miguelbte@hotmail.com; ⁽³⁾ Professora Dra.; Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: Na fisiologia das plantas, limitações de N ou S são manifestadas no ponto de convergência das rotas assimilatórias, o que ocasiona acúmulo ou carência de produtos sintetizados. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da interação entre N e S nos teores desses elementos na folha diagnóstica do feijoeiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Ciências do Solo, na Universidade Federal de Lavras, em vasos com 4 dm³ de Latossolo Vermelho Distroférico. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas doses de N (80 e 120 mg dm⁻³) e cinco doses de S (0,30, 60, 90 e 120 mg dm⁻³), com três repetições por tratamento. Quando todas as plantas entraram no período de floração foi realizada a coleta da folha diagnóstica, para análise dos teores nutricionais da planta seguindo recomendação de Malavolta et al. (1997). As amostras vegetais foram secas, moídas e passadas em peneira de 40 mesh. O teor de N foi determinado pelo método de Kjeldahl e S pelo método turbimétrico, ambos de acordo com Silva (2009). A aplicação de N ao solo influencia significativamente os teores de S e a relação N/S na folha diagnóstica do feijoeiro.

Termos de indexação: teores nutricionais, folha diagnóstica, relação N:S.

INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro é uma das principais fontes proteicas para a população brasileira (Rosolem, 1987). Com o aumento exponencial da população mundial e problemas ambientais que limitam a abertura de novas áreas, torna-se então necessário buscar maiores produtividades para se suprir a necessidade de alimentos no mundo. Segundo dados da produção brasileira na safra 2014/15 da CONAB (2015), a produção deve ser 3.399,8 mil toneladas de feijão nesta safra.

A literatura está relativamente rica em resultados sobre a aplicação de nutrientes, principalmente nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), para a maioria das culturas cultivadas, porém, para algumas culturas há uma necessidade de

atualização. Para se definir as doses de nutrientes à serem recomendadas, a dificuldade encontrada é representada pela diversidade dos atuais sistemas de produção, cultivo de sequeiro ao cultivo irrigado, do plantio convencional ao plantio direto e, principalmente, pelo uso das variedades com alto potencial de rendimento.

O N é amplamente destacado e reconhecido pela sua importância no crescimento das culturas e, principalmente, pelo incremento na produtividade. No entanto, não se pode esquecer a exigência em enxofre (S) pelas plantas e que 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.

Segundo Epstein e Bloom (2006) 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 da deficiência deste 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 amins, amidas e aminoácidos solúveis. Isso demonstra a importância do equilíbrio entre as concentrações de N e S no solo e na planta, 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.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência da interação entre N e S nos teores desses elementos na folha diagnóstica do feijoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Ciências do Solo, na Universidade Federal de Lavras, no período de setembro à dezembro de 2014. O experimento foi realizado em vasos utilizando um Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2013), cuja análise química apresentou os seguintes resultados analíticos: pH 5,6; 56 mg dm⁻³ de K; 0,84 mg dm⁻³ de



P; 1,20 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Ca; 0,20 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Mg; 0,50 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Al; 6,30 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de H+Al; Soma de Bases de 1,54 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; CTC efetiva de 2,04 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; CTC à pH 7,0 de 7,84 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Saturação por Bases 20%; 3,14 dag kg^{-1} de M.O; 0,66 mg dm^{-3} de Zn; 37,20 mg dm^{-3} de Fe; 19,96 mg dm^{-3} de Mn; 2,67 mg dm^{-3} de Cu; 0,43 mg dm^{-3} de B e 13,08 mg dm^{-3} de S.

Com base na análise química, realizou-se a correção do solo, incorporando o carbonato de cálcio p.a. e carbonato de magnésio p.a. (proporção estequiométrica de 3:1 entre Ca e Mg, respectivamente), visando elevar a saturação por bases a 70%. Após incubação do solo por 30 dias a uma umidade próxima a 60% do volume total de poros (VTP), foi realizada a semeadura do feijão e a adubação fosfatada com Superfosfato Triplo, aplicando 55 mg dm^{-3} de P_2O_5 , juntamente com a gessagem, aplicado as doses de S (0,30, 60, 90 e 120 mg dm^{-3}). As doses de N (80 e 120 mg dm^{-3}) foram aplicadas na forma de ureia parcelando as doses em 14DAE, 24DAE e 60DAE. A adubação potássica (20 mg dm^{-3} de K_2O) foi realizada com KCl fornecida via solo, sendo parcelada em duas doses 14DAE e 24DAE.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas doses de N mineral e cinco doses de S, com três repetições por tratamento, totalizando 30 parcelas experimentais. Cada unidade experimental foi formada por um vaso contendo 4 dm^3 de solo. As doses de S foram de 0, 30, 60, 90 e 120 mg kg^{-1} e as doses totais de N serão de 80 e 120 mg kg^{-1} .

No experimento utilizou a variedade de feijão IAC-Imperador de porte semi-ereto, hábito de crescimento determinado, com ciclo de maturação da emergência até a maturação fisiológica de 75 dias. Foram semeadas 5 sementes por vaso, e após a germinação foi realizado o desbaste, deixando 2 plantas por vaso. Quando todas as plantas entraram no período de floração foi realizada a coleta da folha diagnóstica, para análise dos teores nutricionais da planta seguindo recomendação de Malavolta et al. (1997). As amostras vegetais foram secas, moídas e passadas em peneira de 40 mesh. O teor de N foi determinado pelo método de Kjeldahl e S pelo método turbimétrico, ambos de acordo com Silva (2009).

Após realizadas as análises 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

O N e S possuem fortes relações assimilatórias, não apenas à nível de proteínas, mas também na transcrição de enzimas importantes na assimilação desses nutrientes. Também estão relacionados a rotas assimilatórias de outros nutrientes, tendo então uma importante relação entre o fornecimento adequado de N e S as plantas, e o aumento na produtividade, não só do feijoeiro, como também das demais culturas. Com base nas análises realizadas com a folha diagnóstica, é possível inferir sobre a qualidade nutricional das plantas.

O teor de N na folha diagnóstica das plantas teve influência apenas das doses de N aplicadas nas parcelas (Tabela 1), sendo que conforme se aumentou a dose de N também aumentou os teores foliares de N, independentemente da dose aplicada de S (Tabela 2). Não houve influência das doses de S sobre os teores de N na folha diagnóstica. A interação entre esses elementos também não interferiu nos teores foliares de N. Reis Junior et al. (2012) também observou o aumento nos teores foliares de N no algodoeiro, em função do aumento das doses de N aplicadas no solo, até a dose de 125 mg dm^{-3} de N. Heinrichs et al. (2013) também encontraram resultados semelhantes com *Brachiaria decumbens*. Hu & Sparks (1992) e Malhi & Gill (2007), trabalhando com mudas de noz pecan e brócolis, respectivamente, observaram que os teores foliares de N aumentaram significativamente com o incremento da dose aplicada desse nutriente via solo. No trabalho de Hu & Sparks (1992) a aplicação de S diminuiu os teores de N na planta. Batista & Monteiro (2006) também tiveram resultados semelhantes com Capim-Marandu em solução nutritiva.

As doses de N e S e a interação desses elementos apresentaram influência significativa sobre os teores foliares de S, sendo que as doses de N apresentaram maior influência na interação N/S do que as doses de S (Tabela 3). Na interação N/S, com a dose de 80 mg dm^{-3} de N, os teores foliares de S aumentaram linearmente seguindo o aumento nas doses de S aplicadas. Com a dose de 120 mg dm^{-3} de N os teores foliares de S aumentaram quadraticamente até atingir a máxima absorção de S com a dose de 27,3 mg dm^{-3} S, obtendo 0,67 mg kg^{-1} de S na folha, decrescendo quadraticamente com doses superiores (Figura 1). Heinrichs et al. (2013) observaram um crescimento linear dos teores de S em folhas de *Brachiaria decumbens* em função do aumento da dose de N aplicada, 800 mg dm^{-3} . Schonhof et al. (2007)



trabalhando com diferentes doses de N e S na cultura do brócolis observaram que o maior suprimento de N reduziu a absorção de S pela planta. Batista & Monteiro (2006) observaram que os teores de S tiveram aumento significativo com o aumento das doses aplicadas de S e N. No entanto não foi possível observar nesse experimento o aumento do teor foliar de S em função da adubação nitrogenada, provavelmente pelos níveis selecionados de N e S, e das diferenças de absorção entre as culturas.

A relação entre os teores foliares de N e S apresentou diferenças significativas para as doses de N aplicadas e para a interação das doses de N e S aplicadas nos tratamentos (Tabela 4). As doses de N interferiram na relação N/S, apresentando maiores valores para a dose de 120 mg dm⁻³ de N independente da dose de S aplicada (Tabela 5), Bonfim & Monteiro também observaram valores crescentes da relação N/S com o aumento das doses de N aplicadas em *Brachiaria decumbens*, observando um crescimento quadrático da relação N/S para doses de até 400 mg dm⁻³ de N em Neossolo Quartzarênico. A interação das doses de N e S com dose de 80 mg dm⁻³ de N apresentou decréscimo linear dos valores obtidos da relação entre os teores foliares de N e S nas plantas, conforme o aumento da dose de S aplicada nos tratamentos, a dose de 120 mg dm⁻³ de N apresentou um aumento linear da relação N/S conforme o aumento da dose de S aplicada (Figura 2).

CONCLUSÕES

A aplicação de N ao solo influencia significativamente os teores de S e a relação N/S na folha diagnóstico do feijoeiro.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG, CAPES e CNPq por concessão de recursos financeiros ou bolsa para o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

BATISTA K.; MONTEIRO F. A. Sistema radiicular do Capim-Marandu, considerando as combinações de nitrogênio e de enxofre. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 30:821-828, 2006.

BONFIM, E. M. S. & MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre na adubação e em folhas diagnósticas e raízes do capim braquiária em degradação. Revista Brasileira de Zootecnia, 39:1641-1649, 2010.

CONAB. Levantamento de safra. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_13_08_46_55_boletim_graos_mai_2015.pdf>. Acesso em 5 mai. 2015.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Brasília, DF: MAPA/Embrapa, 2013. 353p.

EPSTEIN, E. & BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, 35:1039-1042, 2011.

HU, H. & SPARKS, D. Nitrogen and sulfur interaction influences net photosynthesis and vegetative growth of Pecan. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117:59-64, 1992.

HEINRICH, R.; GRANO, G. F.; BUENO, F. G. L.; SOARES FILHO, V. C.; FAGUNDES, L. J.; REBONATTI, D. M.; OLIVEIRA, K. *Brachiaria sp* Yield and nutrient contents After nitrogen and sulphur fertilization. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 37:997-1003, 2013.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALH, S. S. & GILL, K. S. Interactive effects of N and S fertilizers on canola yield and seed quality on S-deficient Gray Luvisol soils in northeastern Saskatchewan. Canadian Journal of Plant Science, 87:211-222, 2007.

REIS JUNIOR, R. A.; SILVA, R. G. D.; ÁVILA, W. F.; ÁVILA, A. P.; SOARES, A. D.; FAQUIM, V. Productivity and agronomic Efficiency of cotton plants in response to nitrogen and sulfur supply. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 7:555-561, 2012.

ROSOLEM, C. A. Nutrição e adubação do Feijoeiro. Piracicaba: POTAFÓS, 1987. 93p.

SCHONHOF, I.; BLANKENBURG, D.; MULLER, S.; KRUMBEIN, A. Sulfur and nitrogen supply influence growth, product appearance, and glucosinolate concentration of broccoli. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 170:65-72, 2007.

SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2009. 627p.

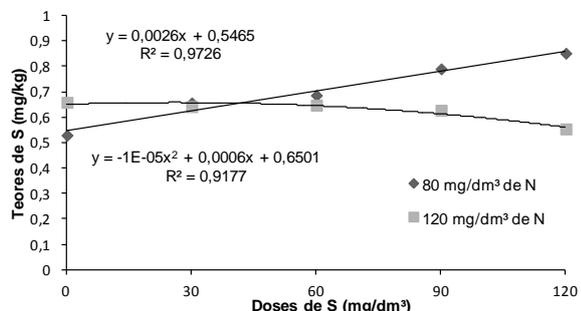


Figura 1. Regressão entre as doses S e o teor de S nas folhas diagnóstico.

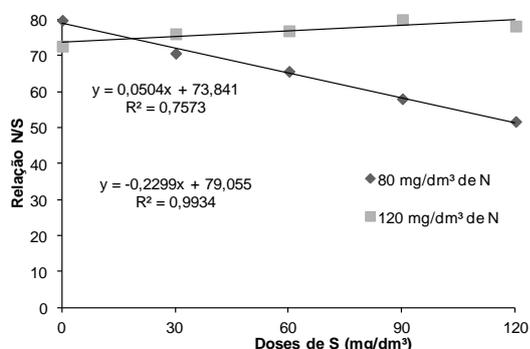


Figura 2. Regressão entre as doses de S e a relação N/S nas folhas diagnóstico.

Tabela 1. Análise de Variância para teores de N (mg kg⁻¹).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Valor p
N	1	80,1595	80,1595	6,05*	0,0232
S	4	85,5553	21,3888	1,61	0,2099
N*S	4	37,7337	9,4334	0,71	0,5937
E.E	20	265,1612	13,2581		
TOTAL	29	468,6097			

CV=7,9%

Tabela 2. Tabela de médias dos teores de N (mg kg⁻¹).

Doses N (mg dm ⁻³)	Médias
80	44,74 b
120	48,01 a

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de confiança.

Tabela 3. Análise de Variância para os teores de S nas folhas de feijão (mg kg⁻¹).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Valor p
N	1	0,0444	0,0444	14,63*	0,001
S	4	0,0518	0,013	4,26*	0,012
N*S	4	0,1559	0,039	12,83*	0,000
E.E	20	0,0608	0,003		
TOTAL	29	0,3129			

CV=8,3%

Tabela 4. Análise de Variância para Relação dos teores de N e S.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Valor p
N	1	989,6262	989,6262	19,82*	0,0002
S	4	412,3921	103,098	2,07	0,1236
N*S	4	1102,46	275,6149	5,52*	0,0037
E.E.	20	998,4785	49,9239		
TOTAL	29	3502,956			

CV=9,9%

Tabela 5. Tabela de Médias da Relação N e S.

Doses de N (mg kg ⁻¹)	Médias
80	65,51 b
120	77,00 a

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de confiança.

**XXXV Congresso
Brasileiro de
Ciência do Solo**

CENTRO DE CONVENÇÕES - NATAL / RN



**O SOLO E SUAS
MÚLTIPLAS FUNÇÕES**
02 a 07 DE AGOSTO DE 2015