

Análise nutricional da Soja Submetida a Doses de Gesso e Fósforo⁽¹⁾.

Guilherme Filgueiras Soares⁽²⁾; Tiago Camilo Duarte⁽²⁾; Wesley Barbosa Xavier⁽³⁾; Simério Carlos Silva Cruz⁽⁴⁾; Darly Geraldo de Sena Junior⁽⁴⁾; Danilo Marcelo Aires dos Santos⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Parte da dissertação do primeiro autor.

⁽²⁾ Mestrando em Agronomia; Universidade Federal de Goiás; Jataí, Goiás; guilhermefs_agro@outlook.com.br; ⁽³⁾ Graduando em agronomia; Universidade Federal de Goiás; ⁽⁴⁾ Professor do curso de Agronomia; Universidade Federal de Goiás; ⁽⁵⁾ Pós-doutorando; Universidade Federal de Goiás.

RESUMO: O maior desenvolvimento do sistema radicular proporcionado pelo uso do gesso pode aumentar a eficiência de absorção de fósforo pelas plantas de soja em função do maior volume de solo explorado, proporcionando teores foliares dentro da faixa de suficiência de fósforo. Objetivou-se avaliar o efeito do gesso agrícola associado à adubação fosfatada, sobre os teores foliares de macro e micronutrientes na cultura da soja, sob sistema plantio direto. Foi adotado o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 3, com 4 repetições. As 5 doses de gesso agrícola 0; 1000; 2000; 4000 e 8000 kg ha⁻¹ corresponderam ao primeiro fator e o segundo foram as 3 doses de superfosfato triplo 0, 50% e 100% da dose de fósforo recomendada por Sousa & Lobato (2004). Amostras foliares foram coletadas no início do florescimento da cultura da soja, coletando folhas amadurecidas do terço mediano das plantas, 20 folhas por parcela. A determinação dos teores foliares dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Al, B, Cu e Fe, seguiram a metodologia descrita em Malavolta et al. (1997). As doses de fósforo aumentam os teores foliares de magnésio e não influencia os outros nutrientes. O uso do gesso aumenta os teores foliares de Ca, S, Zn, Mn, B e Fe e diminui os de K e Mg.

Termos de indexação: diagnose foliar, macro e micronutrientes, nutrição de plantas.

INTRODUÇÃO

A baixa disponibilidade de nutrientes são condições comuns aos solos brasileiros, principalmente os solos do cerrado, os quais exigem aplicações de corretivos e fertilizantes para uma utilização agrícola adequada (Menosso et al., 2000) obtendo produtividades satisfatórias.

A diagnose foliar é tida como uma análise complementar a análise do solo, as quais devem ser conciliadas para manter um adequado monitoramento da fertilidade do solo e da nutrição vegetal (Faquin, 2002).

Sendo assim, a diagnose foliar mostra o estado nutricional da planta num dado momento, apesar de fornecer um panorama da nutrição da planta num estágio avançado de desenvolvimento da cultura, essa é, sem dúvida, uma das melhores formas de se avaliar a disponibilidade dos nutrientes no solo, pois se utiliza a planta como extrator de elementos químicos do solo (Vieira et al., 2010).

O gesso agrícola é um subproduto da indústria de adubos fosfatados que contém principalmente sulfato de cálcio e pequenas concentrações de P e Fe (Caires et al., 2003). Sendo assim, o gesso pode ser utilizado como fonte de Ca⁺² (Sumner, 1995), S-SO₄²⁻, ou como condicionador de subsuperfície do solo, reduzindo a toxicidade de Al⁺³ (Oliveira et al., 2009). As pequenas concentrações de P e Fe podem se tornar quantidades consideráveis quando elevadas dose de gesso são aplicadas, favorecendo a nutrição da planta destes nutrientes.

Nos solos em que há baixa concentração de alumínio e cálcio, utiliza-se o gesso para fornecimento de cálcio (Ritchey et al., 1982), o que proporciona melhor crescimento de raízes em profundidade, permitindo maior eficiência na absorção de água e nutrientes (Caires et al., 1998).

O maior desenvolvimento do sistema radicular proporcionado pelo o uso do gesso, frequentemente relatado na literatura, pode aumentar a eficiência de absorção de fósforo pelas plantas de soja em função do maior volume de solo explorado, proporcionando teores foliares dentro da faixa de suficiência de fósforo o que possibilita altas produtividades.

Desta forma, a associação de doses de gesso agrícola com a adubação fosfatada convencional pode ser uma alternativa para diminuir o teor de alumínio tóxico no solo e conseqüentemente no tecido foliar, reduzir a fixação do fósforo, aumentando assim, a eficiência no uso de adubos fosfatados, mantendo os teores foliares de P adequados para bom rendimento da cultura.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do gesso agrícola associado à adubação fosfatada, sobre os teores foliares de macro e micronutrientes na cultura da soja, sob sistema plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Jataí, situado na micro-região do Sudoeste Goiano, com 17°53' S e 52°43' W e 680 m de altitude. O solo das áreas experimentais é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, textura média. A área vem sendo cultivada no sistema de plantio direto há vários anos, com a sucessão da cultura da soja no verão e milho ou sorgo na segunda safra.

Foi coletada amostra de solo de 0-20 cm e 20-40 cm, as quais foram submetidas à análise química conforme descrito por Embrapa (2009), apresentando os seguintes resultados para a profundidade de 0-20 cm: pH (H₂O) = 5,7; MO = 45,2 g dm⁻³; P (Mehlich) = 8,5 mg dm⁻³; S = 13,8 mg dm⁻³; K; Ca; Mg; H+Al e CTC, de: 0,16; 2,16; 1,37; 5,1 e 8,9; cmol_c dm⁻³, respectivamente, Fe, Mn, Zn e Cu, de: 28; 29,5; 3,4 e 6,6 mg dm⁻³, respectivamente. Para a profundidade de 20-40 cm obteve-se os seguintes resultados: pH (H₂O) = 5,8; MO = 36,1 g dm⁻³; P (Mehlich) = 4,3 mg dm⁻³; S = 30,6 mg dm⁻³; K; Ca; Mg; H+Al e CTC, de: 0,13; 1,75; 0,95; 4,3 e 7,1; cmol_c dm⁻³, respectivamente, Fe, Mn, Zn e Cu, de: 40; 25; 7,7 e 7,3 mg dm⁻³, respectivamente.

Foi adotado o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 3, com quatro repetições utilizando parcelas de 5 linhas espaçadas de 0,5 metros com 5 metros de comprimento totalizando 12,5 m². Como área útil foram consideradas as 3 linhas centrais, excluindo 1 m de cada extremidade. O primeiro fator avaliado correspondeu a 5 doses de gesso agrícola 0; 1000; 2000; 4000 e 8000 kg ha⁻¹. O segundo fator foram as 3 doses de superfosfato triplo 0, 50% e 100% da dose de fósforo recomendada por Sousa & Lobato (2004).

As doses de gesso foram aplicadas antes do semeio da soja safra, correspondente a dose de cada parcela. O gesso agrícola foi distribuído a lanço sem incorporação. O superfosfato triplo, correspondente a cada dose, foi distribuído no sulco de semeadura.

Utilizou-se a cultivar de soja Anta 82, comumente utilizada na região, com população de acordo com as recomendações da empresa produtora das sementes, a qual foi semeada sem revolvimento do solo, utilizando-se semeadora de tração tratorizada.

Amostras foliares foram coletadas no início do florescimento da cultura da soja, coletando folhas amadurecidas do terço mediano das plantas (Martinez et al., 1999), 20 folhas por parcela, as quais foram lavadas com água deionizada e secas

em estufa com circulação de ar a 65°C até atingir massa constante. O material seco foi moído em moinho tipo Willey, e encaminhado ao laboratório, para determinação dos teores foliares dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn, Al, B, Cu e Fe, seguindo a metodologia descrita em Malavolta et al. (1997).

Os dados originais foram submetidos à análise de variância a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, utilizando o programa estatístico Assisat (Silva, 2013).

Os dados referentes às doses de gesso foram submetidos à análise de regressão calculada para equações lineares e quadráticas e aceitas as equações significativas até 5% de probabilidade pelo teste F, com o maior coeficiente de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância, para os macronutrientes da análise química foliar realizada na cultura da soja, se encontra na **Tabela 1**.

Verifica-se que para as doses de P somente o nutriente Mg apresentou comportamento diferente entre as doses. No tratamento em que foram aplicados 100% da dose de P recomendada os teores de Mg foram superiores e os valores inferiores de Mg foram encontrados onde não se aplicou P.

Uma possível explicação para o aumento nos teores de Mg nas folhas com as crescentes doses de P é que a disponibilidade do P é um fator decisivo para a mobilização, absorção e a translocação do Mg na planta (Zhong et al. 1993).

Para os macronutrientes, os teores de K, Ca, Mg e S ajustaram-se a equação de regressão linear, em função das doses de gesso aplicadas, como pode ser observado na **Figura 1**.

Verifica-se que os teores de K e Mg (**Figura 1A e 1C**) foram diminuindo conforme se aumentou as doses de gesso, mostrando que a aplicação de altas doses de gesso diminui a concentração dos íons K e Mg na folha de soja. Esse comportamento pode estar relacionado à lixiviação desses nutrientes no perfil do solo proporcionado pelo uso de altas doses de gesso. O aumento do Ca também reduz a quantidade destes elementos.

Em trabalhos conduzidos por Caires et al. (2003) em solos argilosos do Paraná, os autores observaram uma redução dos teores foliares de Mg com a aplicação de gesso. No entanto, o K não sofreu alteração em função das doses de gesso aplicadas.

Silva et al. (1997), verificaram que a aplicação de gesso agrícola na cultura do algodoeiro concorre para a diminuição do teor foliar de Mg e K.

O Ca e o S aumentaram com as doses crescentes de gesso aplicadas (**Figura 1B e 1D**). Esse incremento de Ca e S nos teores foliares pode estar relacionado ao aporte destes elementos ao solo, uma vez que o gesso é fonte direta destes nutrientes. Resultados semelhantes foram encontrados por Caires et al. (2003).

Os teores foliares de Zn, Mn e B ajustaram a equação de regressão linear positiva (**Figura 1E, 1F e 1G**, respectivamente). Verifica-se que, conforme se aumentou as doses de gesso, houve incremento nos teores foliares desses nutrientes.

O aumento da concentração de Mn no tecido foliar, possivelmente pode ser explicado devido à formação de par iônico entre esse cátion e o sulfato, diminuindo a atividade desse elemento em solução, favorecendo, assim, o deslocamento do equilíbrio no solo, liberando mais íons Mn para a solução e permitindo maior absorção pelas plantas (Olsen & Watanabe, 1979).

O nutriente Ferro ajustou-se a equação de regressão quadrática (**Figura 1H**). O ponto de inflexão foi à dose de 4071 kg ha⁻¹ de gesso a qual proporcionou menores teores foliares, sendo que doses a partir desse valor houve incremento nos teores desse nutriente.

CONCLUSÕES

Nas condições edafoclimática em que foi desenvolvida esta pesquisa pode-se concluir que:

As doses de fósforo aumentam os teores foliares de magnésio e não influencia os outros nutrientes.

O uso do gesso aumenta os teores foliares de Ca, S, Zn, Mn, B e Fe e diminui os de K e Mg.

REFERÊNCIAS

CAIRES, E. F., CHUEIRI, W. A., MADRUGA, E. F., FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. *Revista brasileira de ciência do solo*. 1998. p. 27-34.

CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. *Revista brasileira de ciência do solo*, v. 27, n. 2, p.275-286, 2003.

FAQUIN, V. Diagnóstico do estado nutricional das plantas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201p.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G. de; SOUZA, R. B. Diagnóstico foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 143-168.

Menosso, OG; Costa, JA; Anghinoni, I.; Bohnen, H. (2000), Tolerância de genótipos de soja ao Alumínio em Solução. *Pesq. Agropec. Bras.*, 35, 2157-2166.

OLIVEIRA, I. P.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; MACIEL, G. A.; NEVES, B. P.; MACHADO, E. L. Efeitos de fontes de cálcio no desenvolvimento de gramíneas solteiras e consorciadas. *Ciência Agrotécnica*, v. 33, n. 2, p. 592-598, 2009.

OLSEN, S.R. & WATANABE, F.S. Interaction of added gypsum in alkaline soils with uptake of iron, molybdenum, manganese and zinc by sorghum. In: CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. *Revista brasileira de ciência do solo*, v. 27, n. 2, p.275-286, 2003.

RITCHEY, K.D.; SILVA, S.E. & COSTA, V.F. Calcium deficiency in clayey B horizons of savannah Oxisols. *Soil Sci.*, 133:378- 382, 1982.

SILVA, N.M.; RAIJ, B. van; CARVALHO, L.H.; BATAGLIA, O.C.; KONDO, I.K. Efeitos do calcário e do gesso nas características químicas do solo e na cultura do algodão. *Bragantia*, Campinas, v.56, n.2, Campinas, 1997.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e semiperenes. In: _____. (Ed.) *Cerrado: Correção do solo e adubação*. 2. Ed. Brasília, Df: Embrapa informação tecnológica, 2004. cap. 12, p. 283 – 315.

SUMNER, M.E. Amelioration of subsoil acidity with minimum disturbance. In: JAYAWARDANE, N.S. & STEWART, B.A., eds. *Subsoil management techniques*. Athens, GA, Lewis Publishers, 1995.p.147-185.

VIEIRA, S. R.; FILHO, O. G.; CHIBA, M. K.; MELLIS, E. V.; DECHEN, S. C. F.; & MARIA, I. C. de. Variabilidade espacial dos teores foliares de nutrientes e da produtividade da soja em dois anos de cultivo em um latossolo vermelho. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 34:1503-1514, 2010.

ZHONG, W.; SCHOBERT, C.; KOMOR, E. Transport of magnesium ions in the phloem of *Ricinus communis* L. seedlings. *Planta*, v.190, p.114-119, 1993.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância: bloco, gesso, fósforo e suas interações para os macro e micronutrientes da análise foliar, determinados no estágio de florescimento da soja, Jataí, GO, 2015.

Causas de Variação	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Zn	Mn	Fe	B	Cu
Bloco	10,1 ^{**}	8,4 ^{**}	1,7 ^{ns}	1,7 ^{ns}	2,4 ^{ns}	4,2 ^{ns}	3,7 [*]	9,9 ^{**}	8,0 ^{**}	1,6 ^{ns}	2,5 ^{ns}	1,4 ^{ns}
Gesso	1,3 ^{**}	1,7 ^{**}	5,1 ^{**}	17,9 ^{**}	16,7 ^{**}	4,9 ^{**}	1,6 ^{**}	8,3 ^{**}	2,8 ^{**}	1,6 ^{**}	10,8 ^{**}	0,5 ^{**}
Fósforo	0,4 ^{ns}	1,0 ^{ns}	2,9 ^{ns}	2,8 ^{ns}	3,9 [*]	0,1 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}
G x P	1,4 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,8 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,7 ^{ns}	1,4 ^{ns}	0,4 ^{ns}	1,2 ^{ns}	3,4 ^{**}	0,6 ^{ns}
Regressão Polinomial												
Equações	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	Zn	Mn	Fe	B	Cu
R. Linear	2,0 ^{ns}	2,2 ^{ns}	13,1 ^{**}	70,9 ^{**}	65,7 ^{**}	14,7 ^{**}	2,5 ^{ns}	30,2 ^{**}	8,7 ^{**}	0,5 ^{ns}	35,9 ^{**}	0,2 ^{ns}
R. Quad.	0,2 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	2,1 ^{ns}	1,6 ^{ns}	2,8 ^{ns}	0,2 ^{ns}	5,0 [*]	0,7 ^{ns}	0,9 ^{ns}

-- Os tratamentos são quantitativos. O Teste F não se aplica. ** significativo a 1% de probabilidade ($p < .01$). * significativo a 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$). nsnão significativo ($p \geq .05$).

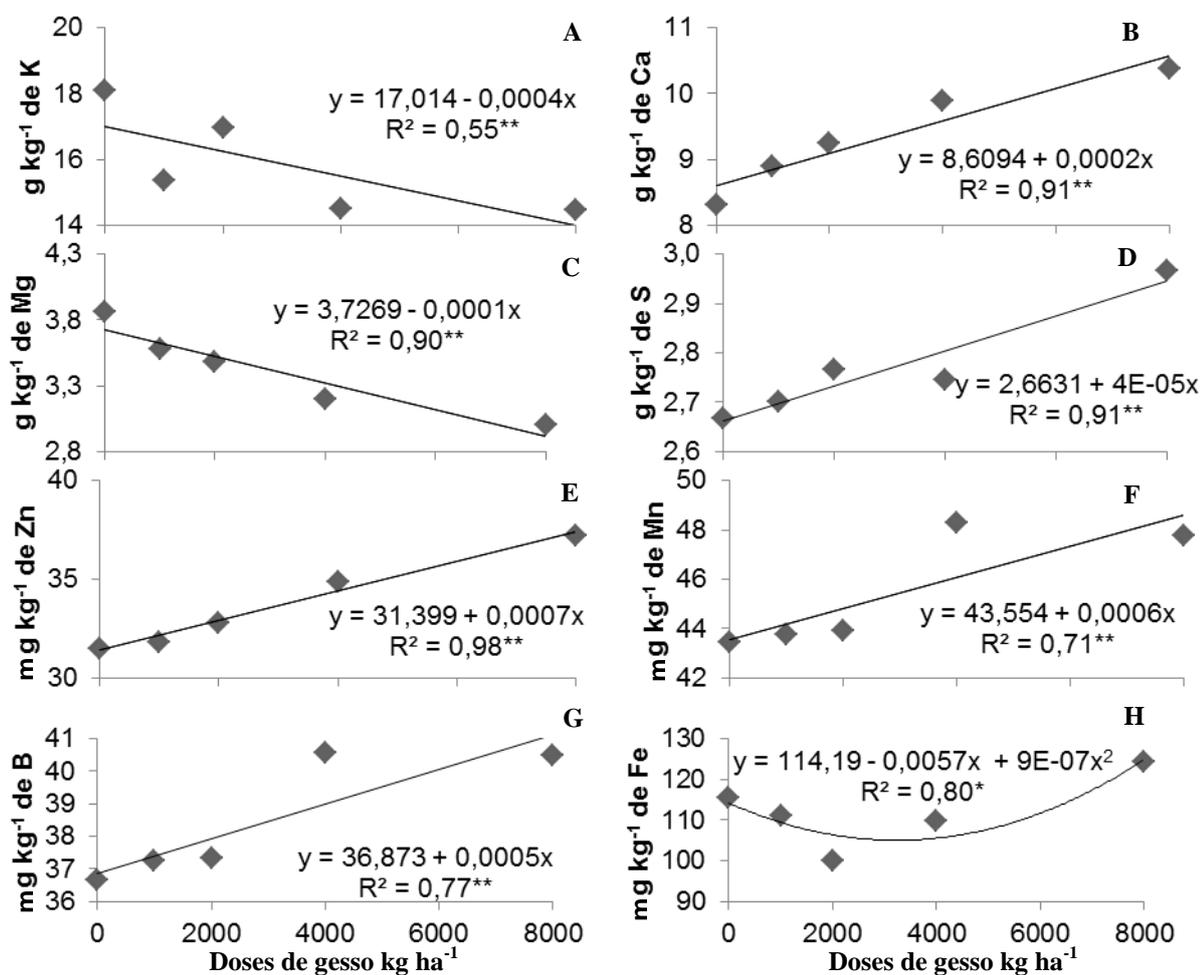


Figura 1 - Teores foliares da análise química de Potássio (A), Cálcio (B), Magnésio (C), Enxofre (D), Zinco (E), Manganês (F) Boro (G) e Ferro (H) em função das doses de gesso, determinados no estágio de florescimento da soja, Jataí, GO, 2015.