

TEORES FOLIARES DE MACRONUTRIENTES E PRODUÇÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) APÓS GESSAGEM EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO TÍPICO

Evandro Antonio Minato¹; Michel Esper Neto^{1*}; Rodrigo Sakurada Lima¹; Tadeu Takeyoshi Inoue²; Marcelo Augusto Batista²

SAP 14208 Data envio: 23/05/2016 Data do aceite: 04/05/2017

Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 2, abr./jun., p. 219-224, 2017

RESUMO - A aplicação de gesso agrícola no solo proporciona um ambiente favorável ao desenvolvimento do sistema radicular, por suprir as camadas subsuperficiais com elementos como cálcio e enxofre e diminuir a atividade de alumínio tóxico. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de doses de gesso agrícola na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.) e nos teores foliares dos nutrientes. O trabalho foi desenvolvido no município de Terra Roxa, PR, em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por diferentes doses de gesso agrícola (0; 3,0; 6,0 e 9,0 t ha⁻¹), aplicadas depois da semeadura do milho. No estágio R1, as folhas foram coletadas e os teores de N, P, K, Ca, Mg e S foram determinados. Após maturação fisiológica, foi realizada a colheita de cada parcela, correção da umidade para 13% e determinação da produtividade. Os teores foliares de N, P e S aumentaram com as aplicações de doses crescentes de gesso. Por outro lado, os teores foliares de K, Ca e Mg não responderam significativamente à aplicação de gesso. A dose de 6,22 t ha⁻¹ de gesso proporcionou a maior produtividade de milho com incremento de 17,8% em relação à testemunha.

Palavras-chave: cálcio, enxofre, nutrição mineral, produtividade.

FOLIAR MACRONUTRIENT CONTENTS AND MAIZE (*Zea mays* L.) PRODUCTION IN RESPONSE TO GYPSUM APPLICATION IN AN OXISOL

ABSTRACT - The application of agricultural gypsum to the soil provides a favorable environment for the root development. It supplies the subsurface layers with elements such as calcium and sulfur and reduces the toxic aluminum activity. The objective of this study was to evaluate the influence of gypsum doses application on the maize (*Zea mays* L.) yield and the nutrients content of the leaves. The study was conducted in Terra Roxa city, Paraná State, Brasil, in an Oxisol. The experimental design was the randomized blocks with four replicates. The treatment were composed of four doses of gypsum (0; 3.0; 6.0 and 9.0 t ha⁻¹) applied after the corn sowing. At the R1 phenological stage, the leaves were collected and the N, P, K, Ca, Mg and S levels were analyzed. After the physiological maturity, the plots were harvested for the productivity determination. The grain moisture was adjusted to 13%. The nitrogen, P and S foliar contents increased according to the gypsum doses increasing. On the other hand, K, Ca and Mg foliar content did not respond significantly to the gypsum application. The corn yield increased with the application of gypsum to the dose of 6.22 t ha⁻¹, providing an increase of 17.8% in relation to the control.

Key words: calcium, sulfur, plant nutrition, yield.

INTRODUÇÃO

O sistema de plantio direto (SPD) com diferentes sistemas de rotação de culturas é uma estratégia efetiva para aumentar a estabilidade de áreas localizadas em ambientes tropical e subtropical. Para a correção da acidez do solo em SPD, a aplicação de calcário é realizada em superfície e sem incorporação. Como a calagem é mais efetiva no controle da acidez nas camadas mais superficiais (CAIRES et al., 2011), estratégias de manejo têm sido desenvolvidas para diminuir os efeitos da acidez em subsuperfície.

De acordo com Alterman (2010), a aplicação de gesso no solo proporciona um ambiente favorável ao desenvolvimento do sistema radicular por suprir as camadas subsuperficiais com elementos como cálcio e enxofre e diminuir a atividade de alumínio tóxico.

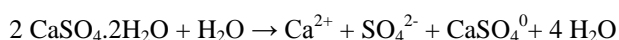
O gesso agrícola é um subproduto da fabricação do ácido fosfórico (H₃PO₄), sendo a rocha fosfática apatita a matéria prima utilizada neste processo. A apatita, então, sofre um ataque com ácido sulfúrico mais água. Esta reação resulta na produção do ácido fosfórico, do sulfato de cálcio di-hidratado (gesso agrícola) e do ácido

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Maringá, UEM, Av. Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. E-mail: evandro.minato@hotmail.com; michelesper14@gmail.com; rsakurada@hotmail.com. *Autor para correspondência

²Dr., Professor, Departamento de Agronomia, UEM. E-mail: tinoue@uem.br; mabatista@uem.br

fluorídrico (MASCHIETTO, 2009). A fórmula do sulfato de cálcio resultante da fabricação do H_3PO_4 é basicamente $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Entretanto, a composição química média do gesso agrícola apresenta outros elementos, sendo 17,7% de enxofre (S); 30,9% de óxido de cálcio (CaO); 0,2% de flúor (F) e 0,7% de pentóxido de fósforo (P_2O_5) (DIAS, 1992).

Ao ser incorporado no solo, o gesso agrícola sofre um processo de dissolução conforme a reação (SOUSA et al., 2007) a seguir:



O íon Ca^{2+} na solução do solo pode reagir no complexo de troca, deslocando o Al^{3+} , K^+ e o Mg^{2+} para a solução do solo que reagem com o SO_4^{2-} , formando $Al_2(SO_4)_3$ e os pares iônicos neutros o $K_2SO_4^0$, $MgSO_4^0$ e também $CaSO_4^0$. Na solução do solo, os pares iônicos de carga neutra apresentam grande mobilidade ao longo do perfil, resultando em uma descida de cátions para as camadas mais profundas do solo (DIAS, 1992).

Os benefícios promovidos pela adição de gesso ao solo em relação à neutralização do alumínio trocável, pode ocorrer, basicamente, a partir precipitação na forma de $Al(OH)_3$ decorrente da liberação de OH^- para a solução em decorrência da adsorção de sulfato, formação do complexo $AlSO_4^+$, que é menos tóxico às plantas, formação do par iônico AlF_2^+ , decorrente da presença de F^- no gesso agrícola, e precipitação de minerais de sulfato de Al, como jurbanita, alunita e basaluninita, decorrente do aumento da concentração de sulfato na solução (PAVAN, 1986; DIAS, 1992).

Devido às características químicas do gesso agrícola, este pode responder de forma diferenciada de acordo com a cultura, tempo após aplicação, dose e condições climáticas (CAIRES et al., 1999; CAIRES et al., 2004; SORATTO; CRUSCIOL, 2008; COSTA; CRUSCIOL, 2016).

Rampim et al. (2011), trabalhando com diferentes doses de gesso em solos com presença e ausência de alumínio trocável, observaram que a aplicação de gesso implicou no aumento dos teores foliares de Ca e Mg na cultura da soja, redução dos teores de Ca e Mg na cultura do trigo, aumento no teor de S em ambas as culturas, e aumento na produtividade do trigo. Outros trabalhos têm evidenciado aumento de produtividade, mas principalmente em gramíneas (RASHID et al., 2008; CAIRES et al., 1999, 2004, 2011; MICHALOVICZ et al., 2014; PAULETTI et al., 2014; ZANDONÁ et al., 2015).

Para a cultura do milho, Caires et al. (1999) trabalhando em um LATOSSOLO VERMELHO de textura média, sob plantio direto, observaram incremento na produção de grãos de forma quadrática, sendo a máxima produção obtida com a dose de $9,5 t ha^{-1}$. Neste mesmo trabalho os autores observaram que o aumento na produção de grãos foi relacionada ao aumento de Ca trocável e da relação Ca:Mg do solo, bem como ao aumento do S no tecido foliar do milho.

Caires et al. (2011) verificaram que com a aplicação de diferentes doses de gesso no solo houve

incremento na produção de milho, ainda segundo Caires et al. (2004), houve aumento de produção na cultura do milho com diferentes doses de gesso aplicadas no solo, mas com respostas maiores em áreas onde juntamente com o gesso foi aplicado calcário para correção da acidez do solo.

Outros autores como Zandoná et al. (2015) observaram aumento dos teores de Ca^{2+} e redistribuição dos teores de Mg^{2+} nas camadas de 10-20 cm e 20-40 cm de profundidade, promovendo aumento na produtividade de grãos de milho, até a dose de $2 t ha^{-1}$, com incrementos de 9,3 % em relação à testemunha.

Segundo Cabezas et al. (2008), trabalhando com fontes nitrogenadas misturadas ao gesso na cultura do milho, verificaram que os tratamentos que receberam gesso proporcionaram incremento de produtividade em relação aos que não foram utilizados gesso, principalmente pelos benefícios do fornecimento de S à cultura melhorando sua nutrição.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de doses de gesso agrícola na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.) e nos teores foliares dos nutrientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Terra Roxa, PR, em uma área submetida ao SPD há mais de 20 anos. O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (SANTOS et al., 2013) com textura argilosa.

Amostras de solo da área foram coletadas nas profundidades de 0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m e foram submetidas à análise química, para fins de fertilidade, e granulométrica conforme proposto por Embrapa (1997). Os resultados das análises químicas e físicas do solo estão na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos, com os tratamentos inteiramente casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de quatro doses de gesso agrícola (0; 3,0; 6,0 e $9,0 t ha^{-1}$). A aplicação do gesso foi realizada após a semeadura a lanço em superfície e sem incorporação. As parcelas apresentaram $13,5 m^2$ de área total, com cinco linhas de milho espaçadas a 0,45 m por 6,0 m de comprimento. A área útil da parcela correspondeu a três linhas centrais, excluindo 0,5 m de cada extremidade, resultando em $6,75 m^2$.

O híbrido de milho utilizado foi o P30F53YH e a semeadura foi realizada no dia 22 de setembro de 2012, com densidade de 3,1 sementes por metro e espaçamento de 0,45 m entre linhas. A adubação de base utilizada na semeadura foi de $351 kg ha^{-1}$ de fosfato monoamônico (MAP). Foi realizada adubação de cobertura com $50 kg ha^{-1}$ de K_2O na forma de cloreto de potássio (KCl) aplicado no estágio V1 e $75 kg ha^{-1}$ de N na forma de ureia aplicado no estágio V3.

No início do florescimento da cultura (R1), 78 dias após a semeadura, coletaram-se folhas de 30 plantas por parcela, retirando-se a folha imediatamente abaixo e oposta à espiga. As folhas foram acondicionadas em sacos

de papel tipo Kraft e secas em estufa de ventilação forçada à temperatura de 65 °C por 72 h, até obtenção de massa constante. Em seguida, foram moídas em moinho tipo Willey e posteriormente submetidas à digestão ácida para determinação dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S (MALAVOLTA et al., 1997).

A variável produtividade foi determinada pela colheita manual das espigas da área útil das parcelas e

foram trilhadas com auxílio de trilhadeira tratorizada. Posteriormente, foi mensurada a massa e umidade dos grãos colhidos de cada parcela. A umidade dos grãos foi corrigida para 13%.

Durante o período de condução do experimento foram registrados os dados climatológicos, os quais estão apresentados na Figura 1.

TABELA 1. Análise química e granulométrica de diferentes profundidades de um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico.

Prof. (cm)	pH _{CaCl2}	Al ³⁺	H+Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB
		----- cmol _c dm ⁻³ -----					
0 - 10	4,7	0,42	5,35	4,03	1,12	0,32	5,47
10 - 20	4,6	0,44	5,76	3,82	1,02	0,18	5,02
20 - 40	4,6	0,42	5,76	3,62	0,93	0,13	4,68
Prof. (cm)	CTC	V	P	C	Areia	Silte	Argila
	cmol _c dm ⁻³	%	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	----- % -----		
0 - 10	10,82	50,55	12,03	13,34	12,5	20,0	67,5
10 - 20	10,78	46,57	5,15	11,75	10,0	20,0	70,0
20 - 40	10,44	44,83	2,36	8,85	10,0	20,0	70,0

Em que: Ca, Mg e Al: extraídos com KCl 1mol L⁻¹; P e K: extraídos com Mehlich-1; H+Al: método SMP; C: métodos Walkley e Black.

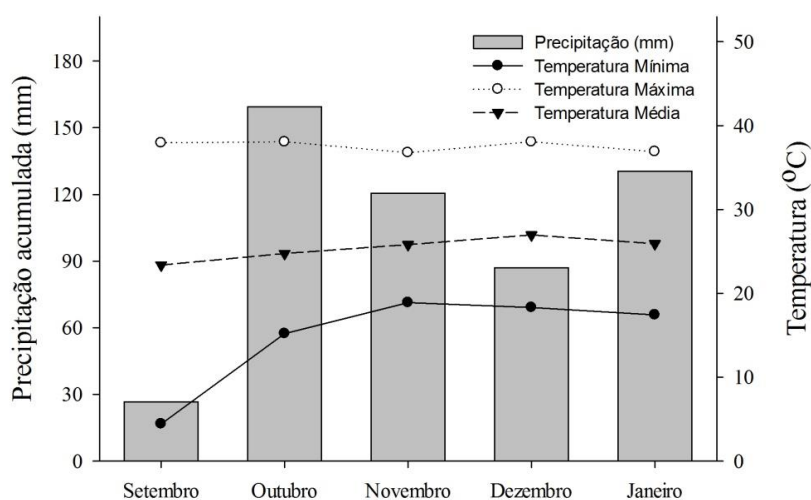


FIGURA 1 - Dados de precipitação pluviométrica, temperatura máxima, mínima e média. Palotina, PR, 2012/2013.

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do software SAS. Foi realizada a análise de variância e as variáveis resposta quantitativas significativas foram submetidas a ajustes de regressão. Os dados foram submetidos aos testes de homogeneidade de variância e normalidade dos erros, atendendo assim os pressupostos básicos da experimentação agrícola (BANZATTO; KRONKA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de P, N e S apresentaram respostas significativas positivas com o aumento das doses de gesso agrícola. Por outro lado, os resultados para os teores de K, Ca e Mg não foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F.

O teor de P na folha apresentou ajuste linear com coeficiente angular de 0,083 para cada tonelada de gesso aplicada (Figura 2B). O aumento do teor foliar de P pela adição de gesso agrícola obtido neste trabalho corrobora com os resultados encontrados por Caires et al. (2011) e Costa e Crusciol (2016). Essas respostas podem ser atribuídas, em parte, à constituição química do gesso agrícola que pode apresentar teores de P₂O₅ em torno de 0,7%, que mesmo em baixas concentrações, podem melhorar a nutrição das plantas quando altas doses de gesso são aplicadas.

O teor de N nas folhas de milho aumentou linearmente em função das doses crescentes de gesso aplicadas (Figura 2C). Outros trabalhos na literatura têm evidenciado o efeito do gesso em aumentar o N no tecido

foliar principalmente em gramíneas como milho (CAIRES et al., 2004) e trigo (RAMPIM et al., 2011). Este efeito deve-se principalmente aos benefícios do gesso ao melhorar o ambiente radicular e possibilitar a exploração das raízes para camadas mais profundas do solo, melhorando o aproveitamento da adubação nitrogenada (MICHALOVICZ et al., 2014).

O teor de S nas folhas de milho aumentou de forma linear em função das doses de gesso aplicadas (Figura 3A), apresentando coeficiente angular de 0,061 g

kg^{-1} para cada tonelada de gesso adicionado e variando de 1,21 a 1,76 g kg^{-1} para as doses 0 e 9 t ha^{-1} , respectivamente. O aumento linear do teor de S na folha de milho com aplicação de gesso é decorrente da disponibilização de S no solo favorecendo a melhor nutrição da planta, já que o teor foliar de S do tratamento que não recebeu gesso é considerado, segundo Malavolta et al. (1997), fora da faixa adequada para a cultura do milho (1,5 a 2,0 g kg^{-1} de S).

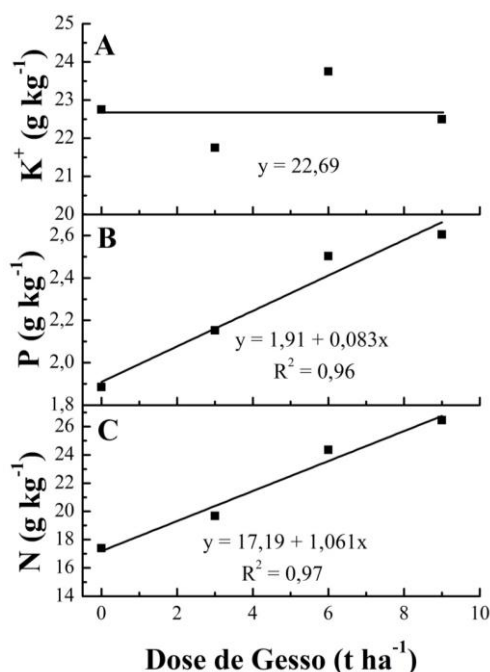


FIGURA 2 - Teores de nutrientes nas folhas de milho (*Zea mays* L.) em função da aplicação de doses crescentes de gesso agrícola. Teor de K em g kg^{-1} (A); teor de P em g kg^{-1} (B); teor de N em g kg^{-1} (C).

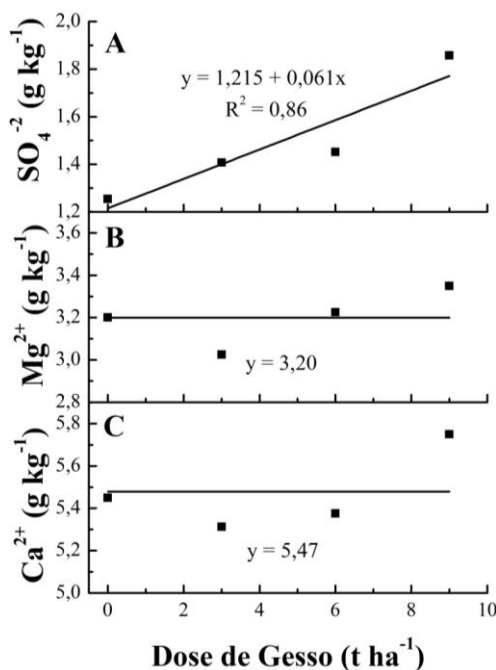


FIGURA 3 - Teores de nutrientes nas folhas de milho (*Zea mays* L.) em função da aplicação de doses crescentes de gesso agrícola. Teor de SO_4^{2-} em g kg^{-1} (A); teor de Mg em g kg^{-1} (B); teor de Ca em g kg^{-1} (C).

Os teores foliares de K, Ca e Mg (Figuras 2A, 3C e 3B, respectivamente) não apresentaram respostas significativas em função do aumento das doses de gesso. A falta de resposta dos teores foliares de K, Ca e Mg à utilização de gesso agrícola é decorrente do elevado teor encontrado destes nutrientes no solo que possibilitou uma adequada nutrição das plantas. Os teores foliares foram classificados como adequado para o K e Mg e acima do adequado para o Ca, segundo Malavolta et al. (1997).

Caires et al. (2011) observaram aumento nos teores foliares de Ca com o aumento da aplicação de gesso

em plantas de milho, porém, na cultura da soja não foram obtidos os mesmos resultados. Ainda no mesmo trabalho, os autores não observaram variações nos teores foliares de K e Mg, tanto para soja quanto para o milho.

A produtividade de milho respondeu de forma quadrática à aplicação de doses crescentes de gesso agrícola (Figura 4). A resposta máxima de produtividade foi obtida com dose de 6,22 t ha⁻¹, proporcionando produtividade de 9.249 kg ha⁻¹, correspondendo a um incremento de 17,8%, em relação à testemunha.

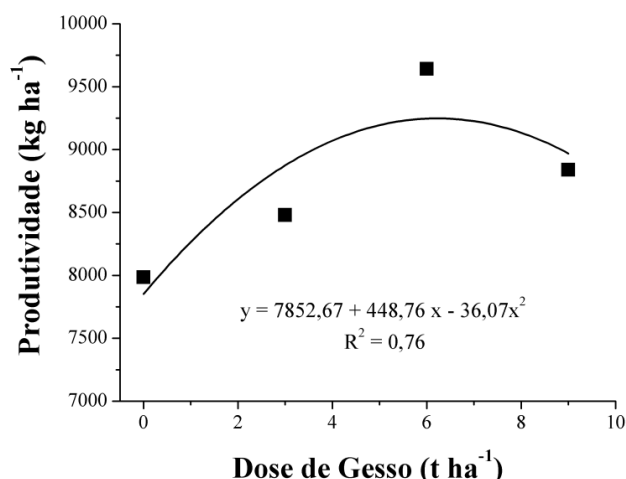


FIGURA 4 - Produtividade de milho (*Zea mays* L.) em função da aplicação de doses crescentes de gesso agrícola.

Zandoná et al. (2015) estudando um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, de textura muito argilosa, também observaram aumento na produtividade de grãos de milho até a dose de 2 t ha⁻¹, com incrementos de 9,3 % em relação à testemunha. Pauletti et al. (2014), trabalhando em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, de textura areia franca, observaram que a utilização de gesso aumentou de forma quadrática a produtividade do milho, tendo 9.340 kg ha⁻¹ como dose de máxima eficiência técnica, e aumento de produtividade de 39%.

Para a cultura do milho Caires et al. (1999), trabalhando em um LATOSSOLO VERMELHO de textura média sob SPD, observaram incremento na produção de grãos de forma quadrática, sendo a máxima produção obtida com a dose de 9.500 kg ha⁻¹. Em outro trabalho, Caires et al. (2004) observaram aumento linear na produtividade de milho apenas quando o gesso foi aplicado no solo juntamente com calcário. Sem a aplicação de calcário não houve resposta significativa para produtividade.

Michalovicz et al. (2014), trabalhando em um LATOSSOLO BRUNO, observaram resposta quadrática para cultura do milho, sendo o acréscimo de produtividade até 11% superiores à testemunha, com a dose de máxima eficiência técnica de 3,8 Mg ha⁻¹ de gesso.

CONCLUSÕES

Os teores de N, P e S foliares aumentaram em função da aplicação de doses crescentes de gesso. Por

outro lado, os teores foliares de K, Ca e Mg não responderam significativamente à aplicação de gesso. A produtividade máxima de milho foi de 9.248,47 kg ha⁻¹, obtida na dose de 6,22 t ha⁻¹ de gesso agrícola, proporcionando um incremento de 17,8% em relação a não aplicação de gesso.

Por meio destes resultados, é possível concluir que a aplicação do gesso agrícola pode aumentar a produtividade da cultura do milho, bem como os teores de N, P e S foliares, sendo esta prática uma importante ferramenta para a cultura do milho em áreas do estado do Paraná.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTERMAN, N. *Plantio direto no cerrado*: 25 anos acreditando no sistema. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2010. 568p.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 237p.
- CABEZAS, W.A.R.L.; RODRIGUES, C.R.; OLIVEIRA, S.M.; BORGES, E.N. Utilização de ureia em misturas com sulfato de amônio ou com gesso na cultura de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.6, p.2343-2353, 2008.
- CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W.A.; MADRUGA, E.F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.315-327, 1999.
- CAIRES, E.F.; KUSMAN, M.T.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; PADILHA, J.M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, n.1, p.125-136, 2004.

- CAIRES, E.F.; MASCHIETTO, E.H.G.; GARBUJO, F.J.; CHURKA, S.; JORIS, H.A.W. Surface application of gypsum in low acidic Oxisol under no-till cropping system. *Scientia Agricola*, v.68, n.2, p.209-216, 2011.
- COSTA, C.H.M.; CRUSCIOL, C.A.C. Long-term effects of lime and phosphogypsum application on tropical-no-till soybean-oat-sorghum rotation and soil chemical properties. *European Journal of Agronomy*, v.74, p.119-132, 2016.
- DIAS, L.E. **Dinâmica de formas de enxofre e de cátions trocáveis em colunas de solo tratadas com diferentes doses de fósforo e gesso**. 1992. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed., Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.
- MASCHIETTO, E.H.G. **Gesso agrícola na produção de milho e soja em solo de alta fertilidade e baixa acidez em subsuperfície em plantio direto**. 56 p. 2009. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2009.
- MICHALOVICZ, L.; MÜLLER, M.M.L.; FOLONI, J.S.S.; KAWAKAMI, J.; NASCIMENTO, R.; KRAMER, L.F.M. Soil fertility, nutrition and yield of maize and barley with gypsum application on soil surface in no-till. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.38, p.1496-1505, 2014.
- PAULETTI, V.; PIERRI, L.de; RANZAN, T.; BARTH, G.; MOTTA, A.C.V. Efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.38, p.495-505, 2014.
- PAVAN, M.A. Comportamento do gesso nos solos ácidos das regiões tropicais e subtropicais. *Informações Agronômicas*, v.35, p.1-2, 1986.
- RAMPIM, L.; LANA, M.C.; FRANDOLOSO, J.F.; FONTANIVA, S. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.1687-1698, 2011.
- RASHID, M.; IQBAL, M.N.; AKRAM, M.; ANSAR, M.; HUSSAIN, R. Role of gypsum in wheat production in rainfed areas. *Soil Environment*, v.27 p.166-170, 2008.
- SANTOS, H.G.; ALMEIDA, J.A.; OLIVEIRA, J.B.; LUMBRERAS, J.F.; ANJOS, L.H.C.; COELHO, M.R.; JACOMINE, P.K.T.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, V.A. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília-DF: EMBRAPA, 2013. 353p.
- SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C. Nutrição e produtividade de grãos da aveia-preta em função da aplicação de calcário e gesso em superfície na implantação do sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.675-688, 2008.
- SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.205-274.
- ZANDONÁ, R.R.; BEUTLER, A.N.; BURG, G.M.; BARRETO, C.F.; SCHMIDT, M.R. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.45, p.128-137, 2015.