

## EFEITO RESIDUAL DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E DOSES DE GESSO AGRÍCOLA

Laudelino Vieira da Mota Neto<sup>1</sup>; Antonio Nolla<sup>1</sup>; João Henrique Castaldo<sup>1</sup>; Murilo de Souza Oliveira<sup>1</sup>; Gustavo Santos Suzano<sup>1</sup>; Mauren Sorace<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: laudelino\_motta@hotmail.com, nolla73@hotmail.com, jhcataldo@bol.com.br, muriloagrouem@gmail.com, gustavo\_suzano@hotmail.com; msorace@hotmail.com

**RESUMO:** O modo de emprego e a amplitude de ação dos corretivos no solo, apresentam comportamentos assimétricos sob diferentes tipos de manejo, assim como, a dinâmica de produtos condicionadores de solo. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito residual de modos de aplicação de calcário e doses crescentes de gesso agrícola sobre os atributos químicos de Latossolo Vermelho Distrófico típico. Avaliou-se os componentes da acidez do solo ( $Al^{+3}$ , pH  $H_2O$ , pH  $CaCl_2$  e pH SMP) além dos elementos Fósforo(P), Potássio(K) e Enxofre (S). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de doses de gesso agrícola equivalentes à 0, 375 (necessidade gessagem – 50 x % Argila), 750, 1.125 e 1.500 kg  $ha^{-1}$  combinadas com aplicação superficial e incorporada e ausência de calcário. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey  $p < 0,05$  e análise de regressão. O calcário corrigiu a acidez do solo. Não houve diferença entre os modos de aplicação após dois anos da aplicação do calcário. Os teores de fósforo em solução aumentaram em função das doses crescentes de gesso agrícola empregadas. O gesso agrícola aumentou a disponibilidade de enxofre no perfil do solo analisado.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Acidez do solo, Calagem, Gessagem.*

## RESIDUAL EFFECT OF THE APPLICATION OF LIMESTONE AND RATES OF AGRICULTURAL GYPSUM

**ABSTRACT:** The mode of use and the range of action of soil correctives present asymmetric responses under different soil managements, as well as the dynamics of soil conditioning products used. Therefore, the objective of this work was to evaluate the residual effect of modes of limestone application and increasing doses of agricultural gypsum on the chemical attributes of typical Dystrophic Red Latosol. Soil acidity components ( $Al^{+3}$ , pH- $H_2O$ , pH- $CaCl_2$  and pH- SMP) were evaluated besides the elements Phosphorus (P), Potassium (K) and Sulfur (S). The experiment design used was the randomized blocks, in a 3x5 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of the application of agricultural gypsum doses equivalent of 0, 375 (gypsum requirement - 50x%clay), 750, 1.125 and 1.500 kg  $ha^{-1}$  combined with superficial and incorporated application and absence of limestone. The averages were compared by Tukey's test  $p < 0.05$  and regression analysis. The limestone corrected the acidity of the soil. There was no difference among the application modes after two years of limestone application. The levels of phosphorus in solution increased as a function of the increasing doses of gypsum employed. The agricultural gypsum increased the availability of sulfur in the analyzed soil profile.

**KEY-WORDS:** *Soil acidity, limestone use, agricultural gypsum use.*

## INTRODUÇÃO

A acidez do solo é fator capaz de promover redução na capacidade de desenvolvimento das plantas. Dessa forma, solos ácidos apresentam  $\text{pH-H}_2\text{O} < 5,5$ ,  $\text{Al}^{+3} > 1,0$   $\text{cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ , Saturação por bases ( $\text{V}\% < 50$ ), Saturação por Alumínio  $\% \text{Al}^{+3} > 20$  (Nolla e Anghinoni, 2004; Nolla et al., 2013; Nolla et al., 2015). A adsorção de espécies iônicas tóxicas ( $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{+3}$ ) no sistema coloidal do solo reduz a disponibilidade de nutrientes em solução. Desse modo, a neutralização da acidez, é fundamental para a manutenção da potencialidade produtiva das culturas de interesse comercial (Antonangelo, 2015).

Para tanto, o calcário é extensivamente empregado na agricultura com a finalidade de corrigir a acidez e fertilizar o solo (Oliveira et al., 2010). A liberação de bases (Hidroxila  $[\text{OH}^-]$ ) resultante da solubilização do corretivo no solo, são capazes de alterar a especiação química dos elementos tóxicos ( $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{+3}$ ) em solução, reprimindo sua toxicidade (Bambolin et al., 2015). Além disso, estes produtos são capazes de fornecer nutrientes ( $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$ ) em solução, os quais são absorvidos pelas raízes das plantas, sendo responsáveis pela estabilidade estrutural das membranas celulares e pela fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2013).

No entanto, apesar de ser amplamente empregado nos sistemas de produção, o calcário apresenta baixa mobilidade no perfil do solo, quando aplicado de forma superficial (Miyazawa, 2001). De acordo com Ernani et al. (2001), a aplicação de calcário em superfície, em condições de laboratório, não excedeu a camada de 2 cm, semelhante aos resultados obtidos por Pavan et al. (2001), que observaram alterações nos atributos químicos do solo limitado a camada de 5 cm, adicionando o corretivo em superfície exposta, sem resíduos vegetais. Assim sendo, a incorporação do corretivo eleva a amplitude de ação (20cm) no perfil do solo, em razão do revolvimento das partículas e melhor homogeneização do calcário (Alleoni et al., 2006). Entretanto, Fidalski et al. (2015), estudaram a modificação nos atributos químicos de um Latossolo muito argiloso sob sistema de plantio direto submetido ao revolvimento e incorporação do calcário e não verificaram resultados significativos quando comparada a aplicação superficial, favorecendo a manutenção dos resíduos vegetais sobre a superfície do solo.

A adoção do Sistema Plantio Direto (SPD), o qual preconiza mobilização do solo apenas na linha de cultivo, favorece a manutenção dos resíduos vegetais em superfície, o que é benéfico ao condicionamento térmico do solo e conseqüentemente, ao desenvolvimento de plantas (Castaldo et al., 2017). No SPD, em função da mínima mobilização do solo, torna-se necessário a aplicação superficial do corretivo, o que parece promover redução na eficiência

dos corretivos de acidez aplicados superficialmente. Entretanto, a associação dos resíduos vegetais depositados sobre o solo no SPD com o calcário aplicadoem superfície pode favorecer a penetração do corretivo. Pavan et al. (2001)observaram que a ação do calcário aplicado superficialmente, associado à presença de resíduos de aveia e nabo forrageiro, atingiu a camada de 20 cm, fato não observado quando aplicado em superfície desprovida de resíduos culturais. Meda et al. (2002), utilizando extratos de plantas daninhas associados a aplicação superficial do calcário, verificaram, da mesma forma, redução na acidez trocável, elevação do pH até a camada de 20cm, além da movimentação de íons cálcio até 15cm, onde extratos de mamona foram utilizados. A extensão da ação da calagem em camadas além de 10 cm, ocorre em resposta a liberação de ácidos orgânicos hidrossolúveis carboxílicos e fenólicos de maior reatividade no solo, proveniente da decomposição dos restos vegetais em seus mais variados estados de alteração e labilidade (Pavinato e Rosolem, 2008, Pavan et al., 2001).

Não obstante, assim como o calcário, a escória de siderurgia, oriunda da fabricação do ferro e aço, corrige a acidez em função da liberação de bases ( $\text{OH}^-$ ). Este resíduo corretivo apresenta silício em sua composição, sendo este íon associado à promover redução na suscetibilidade das plantas em relação ao ataque de pragas, doenças, além de tornar as plantas melhor adaptadas em condições de restrição hídrica no solo (Fortes et al., 2008; Sichoeki, et al., 2014). O benefício da correção da acidez do solo com o uso das escórias siderúrgicas promove ação corretiva em profundidades superiores às observadas na utilização do calcário (Ramos et al., 2006).

O impedimento químico ocasionado pela acidez ( $\text{H}^+/\text{Al}^{+3}$ ) em subsuperfície, por sua vez, restringe o crescimento radicular, de modo a reprimir o acesso a água e nutrientes (Costa et al., 2014). Dessa maneira, a aplicação de gesso agrícola tem sido uma alternativa em reduzir a saturação por alumínio no sistema coloidal do solo. O gesso agrícola é um subproduto oriundo da fabricação de ácido fosfórico, matéria prima utilização para fabricação dos fertilizantes fosfatados minerais utilizados na agricultura. Este produto apresenta alta solubilidade e alta mobilidade no perfil do solo, se deslocando até 80 cm de profundidade. A adição de gesso agrícola condiciona a subsuperfície do solo (> 20 cm de profundidade), pelo carregamento de nutrientes (Cálcio, Magnésio) a partir da formação de pares iônicos de cátions com íons sulfato e redução do efeito tóxico de espécies químicas ( $\text{Al}^{+3}$ ), abaixo (>20 cm) da camada de ação do calcário (0-20 cm de profundidade)aplicado superficialmente ou incorporado (Alleoni et al., 2005; Caires et al., 2003; Kusman et al., 2004).Conforme Zandoná et al. (2015), a adição de doses crescentes de gesso agrícola reduz a acidez trocável

em subsuperfície, sem, no entanto, modificar o pH, devido a incapacidade dos íons sulfato em hidrolisar a molécula de água, formando hidroxilas, capazes de neutralizar os íons hidrogênio presentes no sistema coloidal. Araújo, (2015), constataram acréscimos nos teores de Cálcio, Magnésio e Enxofre em subsuperfície, além da redução na saturação por alumínio nas camadas de 0-100cm mediante aplicação de doses crescentes de gesso agrícola em lavouras canavieiras, indicando o poder condicionador do gesso agrícola, mencionado por Ramos et al. (2006).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito residual de modos de aplicação de calcário e doses crescentes de gesso agrícola sobre os atributos químicos de um Latossolo Vermelho Distrófico típico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em cercado a céu aberto na Universidade Estadual Maringá-Campus de Umuarama-PR. Utilizou-se como base experimental um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura arenosa, originalmente sob campo natural, cujos atributos químicos (0-20 cm) estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** - Caracterização química de um Latossolo Vermelho distrófico típico (0-20 cm) de textura superficial arenosa sob mata natural.

pH-CaCl <sub>2</sub>	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	K
1:2,5	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						
4,3	0,75	0,25	0,4	3,67	1,16	4,83	0,16
P		S	V	m	M.O.	Argila	
---mgdm <sup>-3</sup> ---		-----%-----		-----g kg <sup>-1</sup> -----			
2,48		5,89	24,01	25,64	3,58	7,5	

Ca, Mg, Al = extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; P, K = extrator Mehlich (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol L<sup>-1</sup>); H+Al = acidez potencial (SMP); SB= soma de bases; T= CTC pH 7,0; S= Enxofre (Extrator Fosfato de Cálcio) V= Saturação da CTC pH7,0 por bases; m= saturação da CTC pH 7,0 por bases; m= Saturação da CTC efetiva por alumínio; M.O. = matéria orgânica (Walkley-Black).

O ensaio foi conduzido em tambores de 250L, preenchidos com o solo descrito. Os tratamentos consistiram da aplicação de doses de gesso agrícola: 0, 375 (necessidade gessagem – 50 x % Argila), 750, 1125 e 1500 kg ha<sup>-1</sup> combinadas com aplicação superficial e incorporada de calcário (PRNT = 75,2%): 0; 2,31 t ha<sup>-1</sup> (V% até 70%). O delineamento foi em blocos casualizados com arranjo fatorial 5x3, utilizando 4 repetições, totalizando, desta forma, 60 parcelas. Os tratamentos foram aplicados 2 anos antes do presente experimento, sendo este, uma avaliação do efeito residual do corretivo anteriormente aplicado. Amostrou-se o solo dos tambores em profundidade de 0-20 cm, retirando 2 amostras em cada tambor, que

foram homogeneizadas e compuseram uma amostra composta. Estas amostras foram secas ao ar livre, moídas e tamisadas (2 mm). Analisou-se os teores de  $Al^{+3}$ , P, K e S, além dos pH-H<sub>2</sub>O, pH-CaCl<sub>2</sub> e pH-SMP, com metodologias desenvolvidas pela EMBRAPA (2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo os modos de aplicação do calcário comparados por Tukey ( $p < 0,05$ ) e as doses de gesso por análise de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático da regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a análise de variância (Tabela 2), nota-se que a adição do calcário alterou o pH-H<sub>2</sub>O, pH-CaCl<sub>2</sub> e a acidez potencial (pH SMP), demonstrando o potencial da neutralização da acidez potencial ( $H^+Al^{+3}$ ) pelas hidroxilas liberadas pelo corretivo (Kusman et al., 2004). Os níveis de P e S mostraram-se responsivos à adição de doses de gesso agrícola (Tabela 2), o que pode ser atribuído ao suprimento destes elementos pela adição do produto (Caires et al., 2003).

**Tabela 2**-Resumo da análise de variância, para os atributos químicos pH-H<sub>2</sub>O, pH-CaCl<sub>2</sub>, pH-SMP, Alumínio ( $Al^{+3}$ ), Fosforo(P), Potássio( $K^+$ ) e Enxofre(S) de um solo submetido a doses de gesso agrícola e formas de aplicação de calcário

Fonte de variação	pH-H <sub>2</sub> O	pH-CaCl <sub>2</sub>	pH-SMP	$Al^{+3}$ cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	P -----mg Kg <sup>-1</sup> -----	$K^+$	S
Fonte de variação (C)	1,31 <sup>ns</sup>	1,64 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>	54,68**	1,32 <sup>ns</sup>	2,71 <sup>ns</sup>	27,48 <sup>ns</sup>
Dose de Gesso (G)	1,54 <sup>ns</sup>	2,20 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	5,82**	1,54 <sup>ns</sup>	6,85**
CxG	1,30 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	2,18 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	2,53 <sup>ns</sup>
C.V. (%)	11	12	6	71	21	19	25

<sup>ns</sup>, não significativo  $p < 0,05$ ; \*\*, significativo  $p < 0,01$ . C.V.: coeficiente de variação.

Não houve interação significativa entre as fontes de variação estudadas (Tabela 2). Os corretivos de acidez do solo incorporados e superficial foram igualmente eficientes em aumentar o pH-H<sub>2</sub>O, pH-CaCl<sub>2</sub> e pH-SMP e reduzir o teor de  $Al^{+3}$  (Tabela 3), o que demonstra a melhoria dos atributos químicos do solo em função da aplicação do corretivo e o uso do SPD. Desta forma, observa-se a possibilidade de manter o ambiente favorável ao crescimento das plantas, sem haver a necessidade de alterá-lo fisicamente, com revolvimentos (Kaminski et al., 2000; Alleoni et al., 2005).

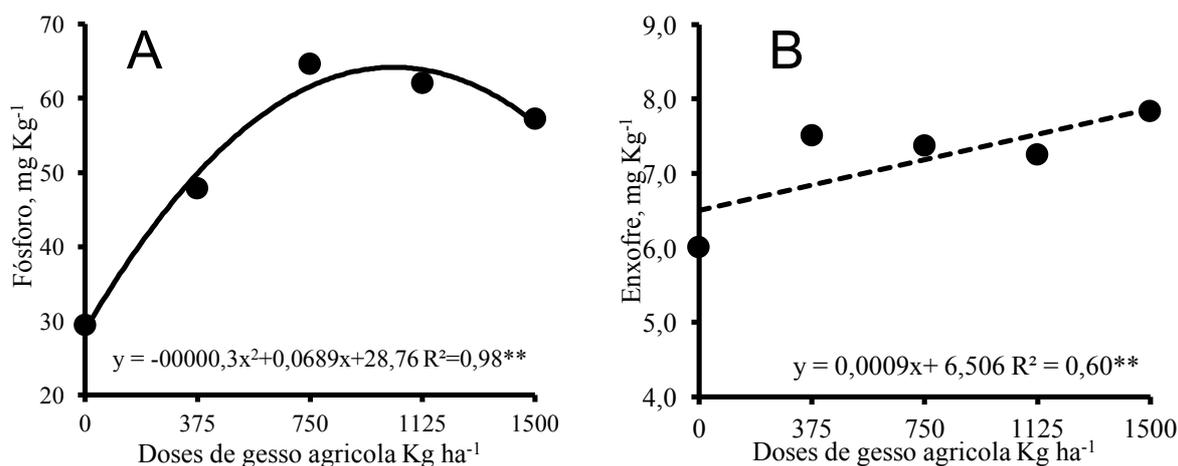
A aplicação incorporada e superficial do corretivo não aumentou os teores de P,  $K^+$  e S (Tabela 3), corroborando com Caires et al, (2003) e Kusman et al, (2004). Isto ocorreu, provavelmente, pois o calcário não apresenta fósforo e potássio em sua composição (Bissani et al., 2008).

**Tabela 3-**Caracterização química referente aos componentes da acidez, além de fósforo(P), Potássio(K<sup>+</sup>) e Enxofre(S) de um Latossolo Vermelho Distrófico típico submetido a formas de aplicação de calcário e doses crescentes de gesso agrícola

	pH-H <sub>2</sub> O	pH-CaCl <sub>2</sub>	pH-SMP	Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	P -----mg Kg <sup>-1</sup> -----	K <sup>+</sup>	S
Testemunha sem Calcário	5,70a	5,05a	6,50a	1,30a	50,80a	47,26a	10,95 a
Calcário Superficial	5,90b	5,00b	6,90b	0,25b	58,00a	55,91a	6,48 a
Calcário Incorporado	6,20b	5,25b	6,90b	0,10b	47,70a	62,33a	7,03 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os níveis de P, ajustaram-se a uma equação quadrática em função do aumento da dose de gesso agrícola empregada (Figura 1). O maior teor de P ocorreu com a aplicação 1148 kg ha<sup>-1</sup> de gesso, valor acima da dose recomendada (375 kg ha<sup>-1</sup>). Segundo Sarmento et al, (2001), este fato pode estar relacionado à lixiviação do Al<sup>3+</sup> ao longo do perfil, que pode interferir na disponibilidade do fósforo lábil presente em solução, pela formação de precipitados em estado não-lábil à absorção das plantas.



**Figura 1-** Teores de fósforo (A) e enxofre (B) disponíveis em um Latossolo Vermelho distrófico típico submetido a doses de gesso agrícola e formas de aplicação de calcário. \*\* ajuste significativo a 1% de probabilidade, segundo o modelo de regressão.

A aplicação de gesso agrícola aumentou, de forma linear e positiva, os teores de enxofre (S) disponíveis em solução (Figura 2); concordando com resultados obtidos por Kusman et al, (2004) e Caires et al, (2003). Este incremento nos teores de enxofre disponível está associado à presença de enxofre (15%) no gesso agrícola (Raij et al., 2007). Desta forma, percebe-se o potencial do condicionador de solo em suprir o enxofre, de forma a disponibilizar este macronutriente para o desenvolvimento das culturas de interesse comercial.

## CONCLUSÕES

O calcário corrigiu a acidez do solo. Não houve diferença entre os modos de aplicação após dois anos da aplicação do calcário e uso do solo em SPD. Os teores de fósforo em solução aumentaram em função das doses de gesso agrícola empregadas. O gesso agrícola aumentou a disponibilidade de enxofre no perfil do solo analisado.

## REFERÊNCIAS

ALLEONI, L.R.F.; CAIRES, E.F.; CAMBRI, M.A. Atributos químicos de um latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.6, p.923-934, 2005.

ANTONANGELO, J.A. **Formas de silício e de alumínio num Latossolo sob semeadura direta tratada com calcário e silicato de cálcio e de magnésio**, 2015, 147p. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2015.

ARAÚJO, L.G. **Uso do gesso e sua influência na produção de cana-de-açúcar, atributos químicos e estoque de carbono no solo de Cerrado**, 2015, 101p. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

BAMBOLIM, A.; CAIONE, G.; SOUZA, N. F.; SEBEN-JUNIOR, G. F.; FERBONINK, G. F. Calcário líquido e calcário convencional na correção da acidez do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 2, n. 3, p.34–38, 2015.

BISSANI, C. A., GIANELLO, C., TEDESCO, M.J., CAMARGO, F.A.O. (Eds) **Fertilidade dos Solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2008, 328p.

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 de Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.2, p.275-286, 2003.

CASTALDO, J.H.; NOLLA, A.; MARTINS, A.P.C.; SORACE, M.; MOTA NETO, L.V.; ECKER, A.E.A. Soybean emergence and development under Brachiaria and wheat residues, **Scientific Electronic Archives**, Sinop, v.10, n.1, p.52-57, 2017.

COSTA, D.P.; JÚNIOR, D.S.C.; DA HORA, V.M.; ABREU, C.B.; NETO, A.A.D.A. O estresse por alumínio afeta o crescimento e acúmulo de npk em plantas de crame?. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.19, p.1359-1366, 2014.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS, 2011, 230p.

ERNANI, P.R.; RIBEIRO, M.S.; BAYER, C. Modificações químicas em solos ácidos ocasionadas pelo método de aplicação de corretivos da acidez e de gesso agrícola. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.4, p.825-831, 2001.

FIDALSKI, J.; YAGI, R.; TORMENA, C.A. Revolvimento Ocasional e Calagem em Latossolo Muito Argiloso em Sistema Plantio Direto Consolidado, **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.39, p.1483-1489, 2015.

FORTES, C.A.; PINTO, J.C.; NETO, A.E.F.; MORAIS, A.R.; EVANGELISTA, A.R.; SOUZA, R.M. Níveis de silicato de cálcio e magnésio na produção das gramíneas Marandu e Tanzânia cultivadas em um Neossolo Quartzarênico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.1209-1212, 2008.

KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS, E.J.S.; GATIBONI, L.C.; BORTOLUZZI, E.C.; XAVIER, F.M. Resposta de culturas à aplicação de calcário em superfície ou incorporado ao solo em campo nativo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.4, p.605-609, 2000.

KUSMAN, M.T.; CAIRES, E.F.; 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**, Viçosa, v.28, n.1, p.125-136, 2004.

MEDA, A.R.; PAVAN, M.A.; MIYAZAWA, M.; CASSIOLATO, M.E. Plantas invasoras para melhorar a eficiência da calagem na correção da acidez subsuperficial do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.3, p.647-654, 2002.

MIYAZAWA, M.; FRANCHINI, J.C.; MEDA, A.R.; CASSIOLATO, M.E.; PAVAN, M.A. Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico, **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.2, p.357-360, 2001.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I.; Métodos utilizados para a correção da acidez do solo no Brasil. **Revista Ciência Exatas e Naturais**, Guarapuava, v.6, n.1, p.97-111, 2004.

NOLLA, A.; DEL QUIQUI, E.M.; FERREIRA, G.A.; MUNIZ, A.S.; FOGAÇA, S.Z.; Amostragem do solo e fatores responsáveis pela acidez do solo: caracterização, critérios e estratégias para correção. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.4, n.especial, p.91-106, 2015.

NOLLA, A.; JUNIOR, M.R.; VILA, E.J.P.; MUNIZ, A.S.; SILVA, M.A.G. Valores de referência para a calagem em um Argissolo Arenoso cultivado com soja. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.4, n.2, p.184-193, 2015.

NOLLA, A.; KORNDOFER, G.H.; SILVA, T.R.B.; MUNIZ, A.S.; SILVA, M.A.G. Correção da acidez de um Neossolo submetido à aplicação de carbonato e silicato de cálcio. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.2, n.1, p.113-120, 2013.

OLIVEIRA, C. M. R.; PASSOS, R. R.; ANDRADE, F. V.; REIS, E. F.; STURM, G. M.; SOUZA, R. B. Corretivo da acidez do solo e níveis de umidade no desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.1, p.25-31, 2010

PAVAN, M.A.; MIYAZAWA, M.; FRANCHINI, J.C.; MEDA, A.R.; CASSIOLATO, M.E. Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico, **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.2, p.357-360, 2001.

PAVINATO, P.S.; ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo- decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.32, n.3, p.911-920, 2008.

RAIJ, B.V. Uso do gesso na agricultura. In: Simpósio sobre informações recentes para otimização da produção, 2007, Piracicaba. **Anais**. InternationalPlantNutritionInstitute, 2007.

RAMOS, L.A.; NOLLA, A.; KORNDORFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Uberlândia, p.849-857, 2006.

SARMENTO, P.; CORSI, M.; CAMPOS, F.P. Resposta da alfafa a fontes de fósforo associadas ao gesso e à calagem. **ScientiaAgricola**, Piracicaba, v.58, n.2, p.381-390, 2001.

SICHOCKI, D.; SILVA, W.B.; BARCELOS, F.P.; SILVA, G.M.C. Uso do silicato de cálcio na correção da acidez do solo e no desenvolvimento da *Brachiaria ruziziensis* L. **Ciências Exatas e Engenharia**, Campos dos Goytacazes, v.10, n.4, p.1-11, 2014.

TAIZ L., ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. 2013. 954p.

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**, Goiânia, v.45, n.2, p.128-137, 2015.