

Efeito do gesso combinado com calcário nos atributos químicos do solo e na produtividade do milho e da soja⁽¹⁾

Antonio Cesar Mazuco⁽²⁾, Telmo Jorge Carneiro Amado⁽³⁾, Douglas Dalla Nora⁽⁴⁾,
Thiago Segabinazi⁽⁴⁾, Cristiano Ertel⁽⁴⁾, Cristian Alexandre Nienow⁽⁴⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos advindos de projetos juntos ao CNPq. ⁽²⁾Estudante, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria Rio Grande do Sul, acmazuco2@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor, Universidade Federal de Santa; ⁽⁴⁾ Estudante da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

RESUMO: A ocorrência de subsolos é um dos maiores limitantes para a melhoria de produtividade das culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do gesso agrícola combinado com calcário na melhoria da qualidade química do perfil do solo e sua relação com a produtividade das culturas. O solo é um Latossolo Vermelho localizado no planalto do RS. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos avaliados foram: a) testemunha; b) 2,5 Mg ha⁻¹ de gesso + 2,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e c) 5,0 Mg ha⁻¹ de gesso + 2,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico. As amostragens de solo foram estratificadas na camada de 0-0,60 m e realizadas na implantação do experimento e transcorridos seis, 14 e 22 meses. Os atributos de solo avaliados foram: pH, P, K, Ca, Mg, V, Al e S. A produtividade das culturas de grãos e seus componentes foram avaliadas. Após seis meses da aplicação dos tratamentos foi constatado aumento dos teores de Ca e Mg nas camadas subsuperficiais. Ainda, nestas camadas houve redução dos teores de Al e aumento da saturação por bases. Estes efeitos se intensificaram com o transcurso do tempo de condução do experimento. Os teores de Ca e Mg em subsuperfície apresentaram correlação com os valores de S, explicando a mobilidade destes cátions no perfil. Foi verificado incrementos de 9,1 e 16,0% nas produtividades do milho e da soja, respectivamente, em relação a testemunha.

Termos de Indexação. Saturação por base, acidez, alumínio

INTRODUÇÃO

A adoção do sistema plantio direto (SPD), associada à rotação de culturas, é preconizado como uma das alternativas para a utilização sustentável dos recursos naturais (Rampim et al., 2011). A presença de alumínio (Al) aliado a baixos teores de cálcio (Ca) são considerados os mais frequentes impedimentos químicos ao crescimento radicular (Raij, 2010). Naturalmente, as camadas subsuperficiais, definidas neste trabalho como abaixo de 0,25 m, da maioria dos Latossolos tropicais e subtropicais brasileiros são ácidas e inférteis (Rampim et al., 2011), desfavorecendo o desenvolvimento radicular das culturas. Como

alternativa a rápida melhoria química do ambiente subsuperficial do solo e, conseqüentemente, incremento do aproveitamento de água e de nutrientes móveis pelo sistema radicular das culturas, o gesso agrícola tem sido cada vez mais utilizado em lavouras manejadas sob SPD contínuo (Rampim et al., 2011).

O presente trabalho, conduzido em Latossolo do Rio Grande do Sul (RS), avaliou a eficiência do gesso combinado com calcário como estratégia de melhoria da qualidade química da camada subsuperficial e sua relação com a produtividade de milho e soja sob SPD de longa duração.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Carazinho (RS) (latitude 28° 17'S e longitude 52° 47'O), em um Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 2006). O clima da região é classificado como subtropical úmido (Cfa) com uma temperatura média de 16°C. A precipitação normal é de 2019,5 mm. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições. Cada parcela experimental possuía uma área de 64 m², com dimensões de 8 x 8 m. Os tratamentos investigados foram: 1) testemunha - sem aplicação de gesso e calcário; 2) 2,5 Mg ha⁻¹ de gesso + 2,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico; 3) 5,0 Mg ha⁻¹ de gesso + 2,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico.

As doses de gesso foram determinadas de acordo com o teor de argila na camada de 0,20-0,40 m, seguindo a **equação 1** (Quaggio & Raij, 1996) onde:

$$NG = \text{argila} \times 6,0 \quad (1)$$

NG= necessidade de gesso em kg ha⁻¹
Argila= teor de argila no solo g kg⁻¹

A **equação 1** é recomendada para condições em que os teores de Ca são inferiores a 0,4 cmol_c dm⁻³ e a saturação por Al (m) superior a 40% na camada de 0,20-0,40 m (Raij, 2010).

Após seis meses da aplicação dos tratamentos foram coletados amostras de solo nas seguintes profundidades: 0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0,15-

0,25; 0,25-0,40 e 0,40-0,60 m através da abertura manual de trincheiras com dimensões de 0,3 x 0,3 x 0,6 m. Após 14 meses da aplicação dos tratamentos foi realizada uma segunda coleta e uma terceira após 22 meses, seguindo a mesma metodologia anteriormente descrita.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa SISVAR 5.3 utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os ajustes e análises de regressão foram feitas pelo programa JMP IN versão 7.0.1.

Foi determinado o efeito temporal, através de regressão, entre os teores de Ca, Mg e potássio (K) com os teores de enxofre (S) para os períodos de coleta de 0, 6, 14 e 22 meses. Os teores de S foram tomados como a variável independente e os teores de Ca, Mg e K tomados como variáveis dependentes no modelo. O efeito residual foi realizado para todas as camadas avaliadas quimicamente no perfil do solo (0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,25; 0,25-0,40 e 0,40-0,60 m).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos atributos químicos na implantação do experimento indicou valores de pH, saturação por base (V), Ca, Mg e m, na camada de 0,00-0,10 m, respectivamente de 5,6; 72 e 0,0 (Tabela 1). Neste caso, todos os atributos estão acima dos limites críticos (pH<5,5; V=65% e m>10%) estabelecidos pela CQFS-RS/SC (2004). Portanto, não haveria necessidade de aplicação de corretivo. No entanto, os valores destes mesmos atributos, na camada de 0,10-0,20 m foram de 5,0; 42 e 13,0, respectivamente, indicando a necessidade de correção e caracterizando a existência de um abrupto gradiente de atributos químicos da acidez do solo já após os 0,10 m de profundidade (Tabela 1).

Quanto ao índice m da camada subsuperficial, por não existir critério para recomendação no RS, utilizou-se o de São Paulo (m > 40% na camada de 0,20-0,40 m) (Raij, 2010). Com isto, haveria necessidade de aplicar gesso agrícola (m=47%) (Tabela 1).

Neste estudo, foi constatado a partir da aplicação de gesso + calcário aumento dos teores de Ca e Mg ao longo do perfil do solo (Figura 1). Assim, transcorridos apenas seis meses, na camada de 0,40-0,60 m, já verificou-se na dose mais elevada de gesso + calcário incrementos de 19 e 22% nos teores de Ca e Mg, respectivamente, em relação a testemunha (Figura 1A). Estes incrementos foram amplificados aos 14 meses, sendo 39 e 61% e ainda mais aos 22 meses alcançando 48 e 63%, respectivamente, em relação a testemunha (Figura

13BC). A partir do aumento dos teores das bases trocáveis, foi verificada elevação do V no perfil do solo (Figura 3). Anteriormente Soratto & Crusciol (2008) reportaram resultados semelhantes.

Assim, transcorridos seis meses da aplicação dos tratamentos já foi verificado, para a camada subsuperficial de 0,25-0,40 m, incrementos de 32,0 e 33,5% no V, para a menor e a maior dose de gesso + calcário, respectivamente, em relação a testemunha (Figura 1A). Aos 22 meses estes incrementos foram de 45,1 e 48,0%, respectivamente (Figura 1C). Anteriormente, Caires et al. (2011) reportaram que as perdas de K por lixiviação associadas a aplicação de gesso sob SPD tem sido reduzidas.

Os teores de Ca e V nas camadas de 0,15-0,25; 0,25-0,40 e 0,40-0,60 m e Mg nas camadas de 0,15-0,25 m apresentaram relação (p<0,05) com os teores de S para ambos os tratamentos com gesso + calcário (Tabela 2). Essa relação provavelmente deva-se a formação de pares iônicos neutros de sulfato de Ca e sulfato Mg com posterior lixiviação através do perfil (Caires et al., 2003).

Em resposta a melhoria das condições químicas do perfil do solo anteriormente reportadas verificou-se incremento na produtividade tanto do milho (Figura 2A) quanto da soja (Figura 2B). No milho na média dos tratamentos com gesso + calcário, que não diferiram entre si, o incremento de produtividade foi de 8,7% em relação à testemunha (Figura 2A), corroborando resultados obtidos por Caires et al. (2003).

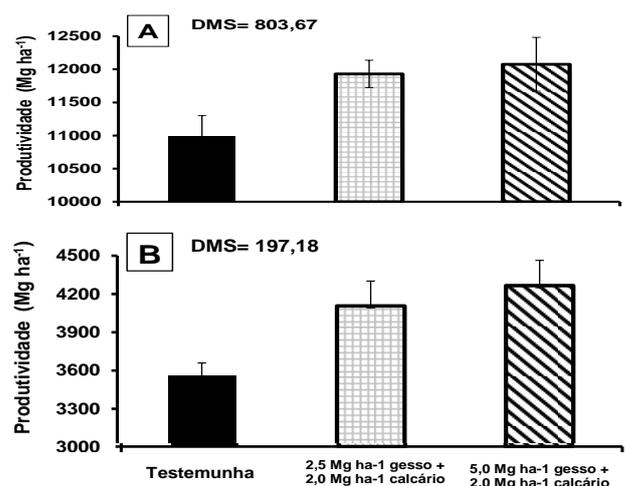


Figura 2. Produtividade do milho (Mg ha⁻¹) após 6 meses de aplicação das doses de gesso combinadas com calcário (A). Produtividade do milho (Mg ha⁻¹) após 6 meses de aplicação das doses de gesso combinadas com calcário (B). DMS pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Neste estudo foi verificado incrementos de 13,1 e 16,0 % na produtividade da soja para as doses de 2,5 e 5,0 Mg ha⁻¹ de gesso combinadas com calcário, respectivamente, em relação a testemunha (**Figura 2A**). Resultados semelhantes foram reportados Souza et al. (1996) em situações de veranico, no qual o efeito combinado de gesso e calcário proporcionou um melhor desenvolvimento do sistema radicular e aproveitamento da água armazenada no solo.

CONCLUSÕES

O gesso combinado com calcário dolomítico, nas doses investigadas, melhorou a qualidade química das camadas subsuperficiais.

O incrementos dos teores de Ca e Mg, V e a redução do teor de Al e do índice m, foi associada ao aumento dos teores de S no perfil do solo.

As produtividades de milho e soja foram incrementadas pelo uso combinado de gesso e calcário em relação a testemunha.

REFERÊNCIAS

CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G.; et al. Changes in chemical soil characteristics and soybean response to lime and gypsum applications in a no-tillage system. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:275-286, 2003.

CAIRES, E. F. & MASCHIETTO, et al. Surface application of gypsum in low acidic Oxisol under no-till cropping system. *Scientia Agricola*, 68:209-216, 2011.

CQFS-RS/SC, Comissão de química e fertilidade do solo RS/SC. Manual de adubação e de calagem para o Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre, SBCS/Núcleo Regional Sul, UFRGS. 2004. 57p.

QUAGGIO, J.A. & RAIJ, B.van. Correção da acidez do solo. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas. 1996. p.14-19. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, Bvan. Gesso na agricultura. São Paulo, IPNI–Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. 2010. (Informações Agronômicas, 122).

RAMPIM L, LANA MC, FRANDOLOSO.; et al. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:1687-1698, 2011.

SORATTO, R.; CRUSCIOL, C. A. C. & MELLO, F. F. C. Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso aplicados na superfície do solo. *Bragantia*, 69:965-974, 2010.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. & REIN, T. A. Uso do gesso agrícola nos solos dos Cerrados. Planaltina, EMBRAPA CPAC. 1996. 20p. (Circular Técnica, 32).

Tabela 1. Atributos químicos avaliados antes da implantação do experimento

Prof.(m)	pH _{H2O}	Al ⁽¹⁾	Ca ⁽²⁾	Mg ⁽³⁾	K ⁽⁴⁾	Ca/Mg	Ca+Mg/K	P	S ⁽⁵⁾	V% ⁽⁶⁾	m% ⁽⁷⁾	Argila
		****cmolc dm ⁻³ ****				*****	*****	mg dm ⁻³		**** %****		g kg ⁻¹
0,0-0,10	5,6	0,0	7,7	3,8	0,26	2,02	44,2	23,0	13,2	72,0	0,0	540,0
0,10-0,20	5,0	0,7	4,2	2,4	0,08	1,75	82,2	8,3	8,2	42,0	13,0	630,0
0,20-0,40	4,7	3,1	2,2	1,2	0,04	1,83	85,0	3,4	17,0	21,0	47,0	680,0
0,40-0,60	4,5	3,7	1,4	0,9	0,04	1,55	57,5	1,8	31,0	13,0	61,0	700,0

Tabela 2. Efeito residual (0, 6, 14 e 22 meses) do tratamento gesso + calcário avaliado através regressão entre os teores de Cálcio, Magnésio e Potássio com Enxofre estratificado no perfil do solo (0-0,60 m).

Doses Gesso + Calcário Mg ha ⁻¹	Atributo do solo	Prof m	Equação	R ²	Nível de Significância P	
2,5 + 2,0	Ca	0,00-0,05	Ca = 69,772 - 6,9929S + 0,1821S ²	0,51	0,69	
		0,05-0,10	Ca = 56,092 - 5,8571S + 0,157S ²	0,51	0,68	
		0,10-0,15	Ca = 2,7541 + 0,2835S - 0,0034S ²	0,75	0,07	
		0,15-0,25	Ca = 1,7693 + 0,2478S - 0,0043S ²	0,99	0,04	
		0,25-0,40	Ca = 2,2038 - 0,0283S + 0,0018S ²	0,98	0,009	
		0,40-0,60	Ca = - 6,8353 + 0,3578S - 0,0033S ²	0,88	0,05	
	V%	0,00-0,05	y = 0,0219x ² - 1,1618x + 98,238	0,65	0,22	
		0,05-0,10	y = 0,048x ² - 2,1634x + 98,655	0,41	0,47	
		0,10-0,15	y = -0,1184x ² + 5,2102x + 10,014	0,98	0,06	
		0,15-0,25	y = -0,0212x ² + 1,4121x + 28,761	0,99	0,02	
		0,25-0,40	y = 0,0653x ² - 2,3725x + 42,921	0,93	0,04	
		0,40-0,60	y = 0,0182x ² + 0,3391x - 19,13	0,94	0,03	
	5,0 + 2,0	Ca	0,00-0,05	Ca = 1,0498 + 0,7295S - 0,0124S ²	0,51	0,32
			0,05-0,10	Ca = 0,1576 + 0,6586S - 0,0109S ²	0,59	0,51
0,10-0,15			Ca = 0,9544 + 0,5297S - 0,0083S ²	0,68	0,33	
0,15-0,25			Ca = 50,268 - 3,1463S + 0,0511S ²	0,95	0,04	
0,25-0,40			Ca = 4,5186 - 0,2192S + 0,0051S ²	0,99	0,01	
0,40-0,60			Ca = - 4,9876 + 0,2602S - 0,0021S ²	0,95	0,03	
V%		0,00-0,05	V% = 88,451 - 0,1451S	0,73	0,14	
		0,05-0,10	V% = 63,146 + 0,7221S - 0,0122S ²	0,58	0,64	
		0,10-0,15	V% = 31,269 + 1,9623S - 0,0268S ²	0,90	0,11	
		0,15-0,25	V% = 39,829 - 0,1974S + 0,0139S ²	0,99	0,002	
		0,25-0,40	V% = 33,402 - 1,2482S + 0,0323S ²	0,99	0,01	
		0,40-0,60	V% = - 142,55 + 6,8332S - 0,0667S ²	0,91	0,05	

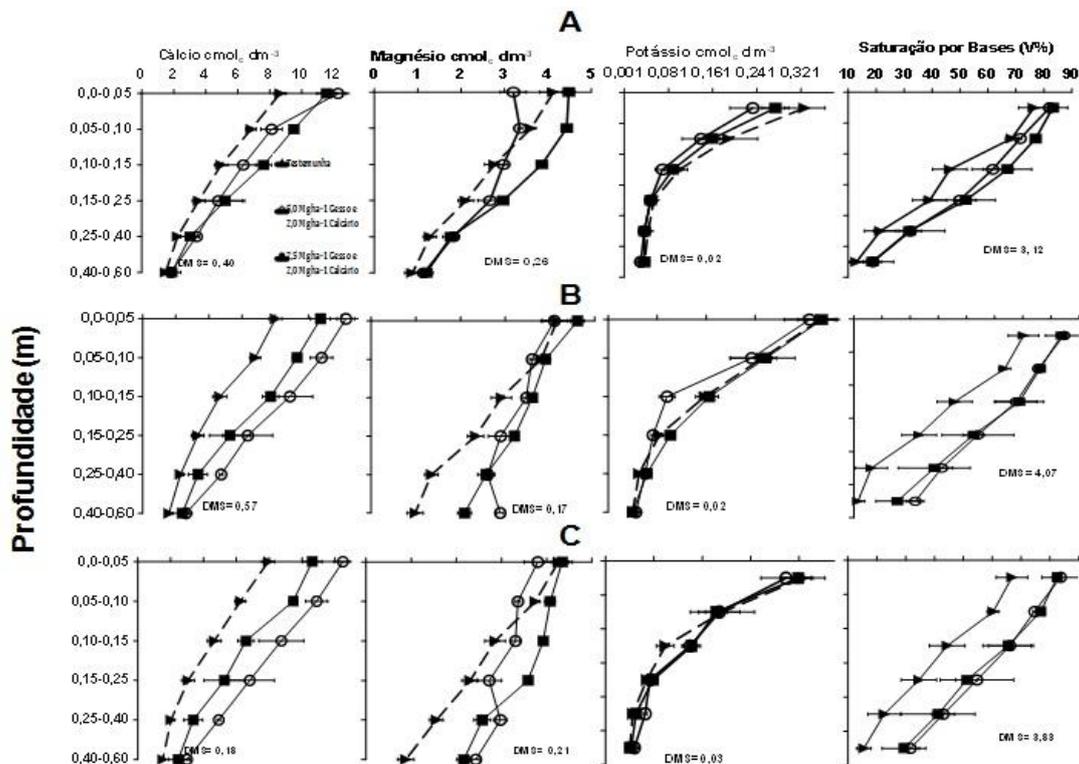


Figura 1. Cálcio, magnésio, potássio e saturação por bases (V%) do solo, em função de doses de gessos combinadas com calcário (Mg ha⁻¹) após 6(A), 14(B) e 22(C) meses da aplicação na superfície do solo. DMS pelo Teste de Tukey (p<0,05).