

ALTERAÇÕES DE ATRIBUTOS QUÍMICOS PELA CALAGEM E GESSAGEM SUPERFICIAL COM O TEMPO DE INCUBAÇÃO¹

ANTONIO CLEMENTINO DOS SANTOS^{2*}, LEANDRO COLARES VILELA³, PAULO MATOS BARRETO³, JOSÉ GERLEY DIAZ CASTRO⁴, JOSÉ EXPEDITO CAVALCANTE DA SILVA²

RESUMO - A aplicação de calcário é uma alternativa consolidada para a correção da acidez superficial e a gessagem possibilita o fornecimento de cálcio e a redução da saturação de alumínio em camadas subsuperficiais dos solos no Cerrado Brasileiro. Este trabalho avaliou as modificações em alguns atributos químicos provocadas pela aplicação de calcário e gesso superficial ao Latossolo Vermelho Distrófico típico. O experimento foi conduzido em Casa de Vegetação do Laboratório de Solos da Universidade Federal do Tocantins (Brasil) para avaliar a aplicação superficial de calcário e gesso, durante três períodos de incubação (30, 90 e 150 dias após a correção) e três profundidades de coleta (0-5, 5-10 e 10-15 cm) em Latossolo Vermelho Distrófico típico do Estado do Tocantins (fatorial 2x3x3), com quatro repetições. Após as coletas foram analisadas os atributos químicos do solo (pH, K, Ca, Mg, H, Al, CTC, e V%). A aplicação do calcário superficial influenciou na correção da acidez em profundidade proporcional ao tempo. A aplicação do gesso melhorou o solo em profundidade, aumentando os teores de Ca, além de diminuir o alumínio.

Palavras-chave: Acidez do solo. Cerrado. Correção do solo.

CHANGES ON CHEMISTRY PROPERTIES BY SUPERFICIAL LIMING AND GYPSUM WITH OF TIME OF COLLECTIONS

ABSTRACT - Liming is an alternative to correct the consolidated surface acidity and gypsum allows the supply of calcium and reduction of aluminum saturation in subsurface layers of soils in Brazilian Cerrado. The objective of this study was to evaluate the correction of acidity of ground the effects of superficial liming and gypsum on Ultisol cultivate. The experiment was carried out at the greenhouse of Soil Laboratory, at Federal University of Tocantins (Brazil) to evaluate of application of limestone and gypsum, during three periods of collection (30, 90, and 150 days after correction) and three depths of collection (0-5, 5-10 and 10-15 cm) in Ultisol of Tocantins State (factorial 2x3x3), with four repetitions. After the collections had been analyzed the soil chemical properties (pH, K, Here, Mg, H, Al, CTC, and V%). The surface applied lime was effective in neutralizing soil acidity, at a depth proportional the time. The application of gypsum improved the ground in depth, increasing the Ca, beyond diminishing aluminum.

Keywords: Soil acidity. Correct soil acidity. Cerrado.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 06/08/2009; aceito em 11/03/2010.

Trabalho desenvolvido na UFT, com apoio do CNPq.

²Professor Adjunto III da Universidade Federal do Tocantins (UFT), BR 153, Km 112, Caixa Postal 132, 77804-970, Araguaína - TO; Bolsista CNPq; clementino@uft.edu.br; jecs@uft.edu.br

³Graduando do curso de Zootecnia da UFT, Araguaína - TO; colares@hotmail.com; paulobarreto13@hotmail.com

⁴Adjunto III da Universidade Federal do Tocantins, Araguaína - TO; diazcastro@uft.edu.br

INTRODUÇÃO

A exploração de solos em regiões de Cerrado tem acontecido de forma intensiva nos últimos anos, no entanto, este agroecossistema é extremamente frágil, especialmente pela acidez superficial e em profundidade do solo. O calcário reduz sensivelmente a acidez superficial do solo (SOUZA et al., 2009), enquanto que a gessagem condiciona os elementos do solo, favorecendo o crescimento vertical do sistema radicular. Deste modo, a calagem (CHAVES e FARIAS, 2008) e a gessagem (SALDANHA et al.; 2007) são práticas necessárias na maior parte dos solos brasileiros.

As pesquisas sobre correção de solos apresentam fatos contraditórios, uma vez que a aplicação superficial de calcário, corretivo mais utilizado, ora é eficiente na correção da acidez, tanto de superfície quanto de subsuperfície (CAÍRES et al., 2000), ora os efeitos são limitados à camada de solo de 0-5 cm de profundidade (AMARAL; ANGHINONI, 2001). Neste contexto, isso mostra que os mecanismos envolvidos no processo de correção da acidez com aplicação superficial de calcário podem ser diferentes e se faz necessário maiores estudos.

A alternativa para a diminuição da ação do Al^{3+} em profundidade seria a aplicação superficial de gesso agrícola, por não exigir revolvimento do solo. O gesso é relativamente solúvel e, quando aplicado na superfície do solo, movimentam-se no perfil com a influência do excesso de umidade. Há poucos estudos (CAIRES et al., 1998 e CAIRES et al., 1999) que integram o comportamento da correção do solo em superfície com a adoção da calagem, daí a dificuldade da correção da acidez em profundidade. A adoção de processos de gessagem e calagem, respectivamente, constituem importantes instrumentos para a melhoria das propriedades químicas em profundidade, sendo promissor tema de estudo.

Nas condições edafoclimáticas dos cerrados a calagem deve ser prática comum. O cultivo contínuo do solo, geralmente, propicia a sua acidificação, com a tendência da diminuição do pH e aumento nos teores de alumínio trocável na camada superficial, surgindo a necessidade de reaplicação de calcário.

Por ser relativamente solúvel, o gesso agrícola aplicado na superfície do solo movimentam-se ao longo do perfil sob influência do excesso de umidade (SUMNER, 1995). O gesso é $Ca + SO_4^{2-}$, então o sulfato associa-se a dois K e desloca para a subsuperfície, lá dissocia-se, libera K e o sulfato associa-se ao Al, formando par iônico insolúvel. Como consequência obtém-se aumento no suprimento de cálcio e redução da toxidez de alumínio no subsolo.

Os efeitos positivos do gesso agrícola observado nas mais variadas condições de solo e clima são indicativos de que o seu emprego pode também constituir boa alternativa para a melhoria do ambiente radicular e consequentemente aumento na produtividade. Nos solos onde há incorporação de calcário,

torna-se necessário que este se movimente para as camadas mais profundas, em razão de ser baixa a disponibilidade de Ca^{2+} e alto o teor de Al^{3+} no subsolo. A aplicação superficial do corretivo pode contribuir para a correção eficiente da acidez do (GATIBONI et al., 2003; PIRES et al., 2003).

A acidez e teor de alumínio nos solos do Cerrado, freqüentemente, apresentam-se em níveis elevados, tanto em superfície como nas camadas mais profundas do solo. A calagem é a técnica para correção da acidez superficial do solo e gesso tem despertado interesse por possibilitar o fornecimento de cálcio e a redução da saturação de alumínio em camadas subsuperficiais do solo permitindo que as culturas desenvolvam melhor o sistema radicular. O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação superficial de calagem e gessagem nas camadas subsuperficiais e as consequências dessas alterações nas propriedades químicas do Latossolo Vermelho Distrófico na região de cerrado do Estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Casa de Vegetação/Laboratório de Solos da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Tocantins, Campus de Araguaína-TO.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em fatorial $2 \times 3 \times 3$, com cinco repetições, sendo utilizado como corretivo o calcário e como aditivo o gesso agrícola, três profundidades de coleta (0-5, 5-10 e 10-15 cm) e três períodos de coleta (30, 90 e 150 dias após a aplicação no solo), totalizando 90 unidades experimentais. As parcelas foram constituídas de vasos (20 cm), para condicionar as amostras de solos. A amostra inicial do solo foi constituída de coleta de Latossolo Vermelho Distrófico típico (0-20 cm de profundidade), cuja caracterização foram: pH ($CaCl_2$)- 3,8; P: 1,5 mg dm^{-3} ; K: 2,0 mmol $_c$ dm^{-3} ; Ca: 1,4 mmol $_c$ dm^{-3} ; Mg: 0,6 mmol $_c$ dm^{-3} ; Al: 2,2 mmol $_c$ dm^{-3} ; H+Al: 8,8 mmol $_c$ dm^{-3} .

Antes da implantação foi realizada análise química do solo, com a finalidade de encontrar a dosagem dos corretivos adequada para serem utilizados no experimento. A dose de calcário utilizado (calcário dolomítico) visou saturação por base de 70%, até 20 cm de profundidade de solo e foi calculada de acordo com a área da coluna. Enquanto a dosagem de gesso foi calculada em função da fórmula: NG (necessidade de gesso em $kg\ ha^{-1}$) = $75 \times \%$ de argila, também calculada em função da área da coluna de solo. Em seguida, os solos foram colocados nos recipientes irrigados até chegar às condições de capacidade de campo, pesados e colocados o corretivo e o aditivo nas dosagens pré-estabelecidas como feito pela Embrapa (2009). Após as coletas as amostras foram analisadas quanto as propriedades

químicas do solo (pH, K, Ca, Mg, H, Al, CTC, V% e relação Ca/Mg), conforme Embrapa (2009).

Os atributos do solo foram avaliados, inicialmente, por meio de estatística descritiva: média geométrica, mediana, valores máximo e mínimo, e primeiro e terceiro quartis. A análise de variância (ANOVA) foi realizada, utilizando-se esquema fatorial incompleto 2 x 3 x 3 (corretivo e aditivo, três profundidades analisadas, e três períodos de coletas) (SAS, 1998). As médias foram comparadas aplicando-se o teste de Tukey ao nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise descritiva

Os valores referentes aos atributos químicos do solo estão sumarizados na Tabela 1. Observa-se, nos resultados obtidos com a calagem e através da amplitude, que os tratamentos estudados influenciaram nos caracteres químicos do solo. O pH, por exemplo, apresentou o valor mínimo de 2,74 e o valor máximo de 6,28, evidenciando-se essa variação para os demais atributos (Tabela 1). Das 28 correlações dispostas na matriz (Tabela 2) 16 foram significativas ($P < 0,05$), porém somente uma correlação foi forte ($r: 0,83$) entre os atributos Ca e CTC.

Nos tratamentos com aplicação de calcário, o pH da camada superficial (0-5 cm) atingiu valores próximos a 6,00; nas demais camadas o pH foi infe-

Tabela 1. Análise descritiva, valores extremos dos atributos químicos das amostras de solo.

Atributos	Média	Mínimo	Máximo	Mediana	Desvio Padrão	CV%
pH (CaCl ₂)	4,67	2,74	6,28	4,85	0,37	7,84
Ca (cmol _c dm ⁻¹)	8,27	3,0	34,5	6,50	3,86	46,70
Mg (cmol _c dm ⁻¹)	5,41	2,70	27,6	4,60	1,65	30,40
K (cmol _c dm ⁻¹)	0,13	0,06	0,21	0,12	0,02	12,19
H (cmol _c dm ⁻¹)	8,00	2,17	11,64	8,23	1,13	14,16
Al (cmol _c dm ⁻¹)	0,55	0,10	2,40	0,25	0,08	15,50
CTC (cmol _c dm ⁻¹)	22,19	12,39	50,82	19,0	4,50	20,29
V (%)	60,10	40,65	83,21	61,76	5,74	9,54

K foi determinado por extração com Mehlich-1

Capacidade de Troca de Cátions

V% - Saturação por bases

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson entre os atributos químicos das amostras de solo avaliados.

	pH	Ca	Mg	K	H	Al	CTC	V
pH	1,00	0,20	0,16	0,001	0,50*	0,04	0,34*	- 0,15
Ca	-	1,00	0,10	- 0,300*	0,40*	0,40*	0,82*	0,40*
Mg	-	-	1,00	- 0,160	- 0,13	0,43*	0,55*	0,50*
K	-	-	-	1,000	0,17	- 0,31*	- 0,23	- 0,35*
H	-	-	-	-	1,00	0,13	0,50*	- 0,57*
Al	-	-	-	-	-	1,00	0,57*	0,09
CTC	-	-	-	-	-	-	1,00	0,35*
V	-	-	-	-	-	-	-	1,00

*Correlação significativa a 5%.

rior a 5,0 (Tabela 3). Observa-se também que com a aplicação de calcário superficial os cátions ácidos H⁺ (Figura 1c) e Al (Tabela 3), a correção ocorreu com maior intensidade na camada superficial (0-5 cm). No solo predominarem os cátions ácidos (H⁺, Al³⁺, Fe²⁺ e Mn²⁺), a reação de neutralização da acidez fica limitada à camada superficial, retardando o efeito em subsuperfície. Os íons OH⁻ e HCO₃⁻, provenientes da dissociação do calcário, são rapidamente consumidos pelos cátions ácidos e somente migram para porções inferiores pH > 5,0 (RHEINHEIMER et al., 2000).

Considerando a calagem, esta contribui para o aumento da CTC (Tabela 3), da saturação por base (Figura 1d), do Ca e Mg (Tabela 3), seguindo a mesma tendência observada por outros autores, que encontraram melhorias nos atributos químicos do solo com a aplicação superficial de calcário (CAIRES et al., 1999 e RHEINHEIMER et al., 2000). Essa correção aconteceu principalmente na camada superficial. Entretanto, considerando a baixa solubilidade do calcário e a grande necessidade para corrigir a acidez do solo em subsuperfície, essa contribuição do calcário para as camadas mais profundas deve ser pequena (RHEINHEIMER et al., 2000).

Tabela 3. Interação entre profundidade e aplicação de calcário e gesso: atributos químicos do solo.

Profundidade	Calcário				Gesso			
	pH	Mg	Al	CTC	pH	Mg	Al	CTC
	CaCl ₂	cmol _c dm ⁻³			CaCl ₂	cmol _c dm ⁻³		
0 – 5 cm	5,6 a [†] A*	9,0 aA	0,8 b	30,8 aA	4,2 aB	5,4 aB	0,2 ab	16,7 aB
5 – 10 cm	4,8 bA	4,0 bA	0,9 b	27,7 abA	4,3 aB	5,0 aA	0,3 a	15,2 aB
10 – 15 cm	4,7 bA	3,7 bB	1,0 a	23,9 bA	4,4 aA	5,3 aA	0,1 b	18,7 aB

[†] Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey

* Letras maiúsculas iguais na linha (comparando atributos químicos iguais) não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey; CTC = capacidade de troca de cátions

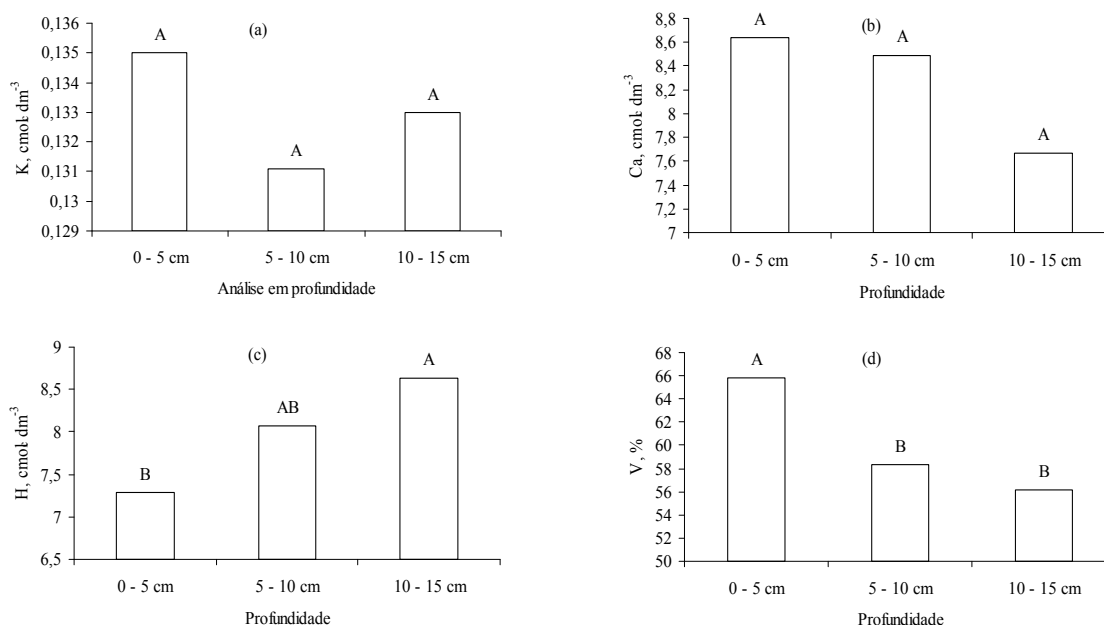


Figura 1. Atributos químicos do solo em função da profundidade. (a) Potássio - K; (b) Cálcio - Ca; (c) Hidrogênio - H; (d) Saturação por base - V. Letras iguais, nas barras, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Com relação à gessagem, observa-se que o pH não diferenciou ($p > 0,05$) em relação as camadas avaliadas (Tabela 3), fato que também aconteceu com os demais atributos químicos avaliados (Mg, CTC). Esses resultados foram obtidos em função do gesso apresentar alta solubilidade, movimentando-se ao longo do perfil sob influência do excesso de umidade (SUMNER, 1995). Por ser subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados, o gesso agrícola é comercializado a baixo custo, e por isso é mais acessível. Após a aplicação de gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), não se espera a elevação do pH, mas ocorre a diminuição do teor de alumínio tóxico, que pode eliminar também a toxidez de sódio, além de ser fonte de dois macronutrientes secundários: cálcio e enxofre. Ainda, observa-se que o gesso contribuiu para a diminuição dos teores de Al^{+++} nas camadas subsuperficiais (Tabela 3). Para que ocorra a lixiviação de cátions, é necessário que haja no solo íons acompanhantes, como o cloreto, sulfato, nitrato, bicarbonato, etc. Sendo esse um dos motivos que explicam a baixa mobilidade no solo de Ca aplicado na forma de carbonato, já que o ânion CO_3^{2-} reage com

o H^+ formando CO_2 , que evolui para a atmosfera. O calcário apresenta baixa solubilidade e os produtos de sua dissolução movimentam pouco no perfil, contudo, tem sido efetivo na correção da acidez nas camadas do solo onde sua incorporação é feita (PÁDUA et al., 2006).

Amaral et al. (2004) observaram movimentação de micropartículas de calcário no solo até 20 cm de profundidade. No entanto, este estudo foi feito com amostras de solos deformadas nas quais a existência de poros contínuos é limitada, concordando com Moraes et al. (2007), não devendo ter havido movimentação de calcário particulado, pois o pH, Ca e de Mg das camadas abaixo foram pouco afetadas, porém quando aplicou-se o gesso esses elementos foram afetados em profundidade. Não houve interação ($p < 0,05$) o corretivo e aditivo, profundidade das camadas e período de incubação para os atributos químicos K, Ca, H e V - saturação por base, motivo pelo quais os resultados foram analisados e discutidos independentemente (Figura 1 e 2). No entanto, observa-se que o calcário e o gesso influenciaram nos teores de H, Ca e na saturação por base no solo.

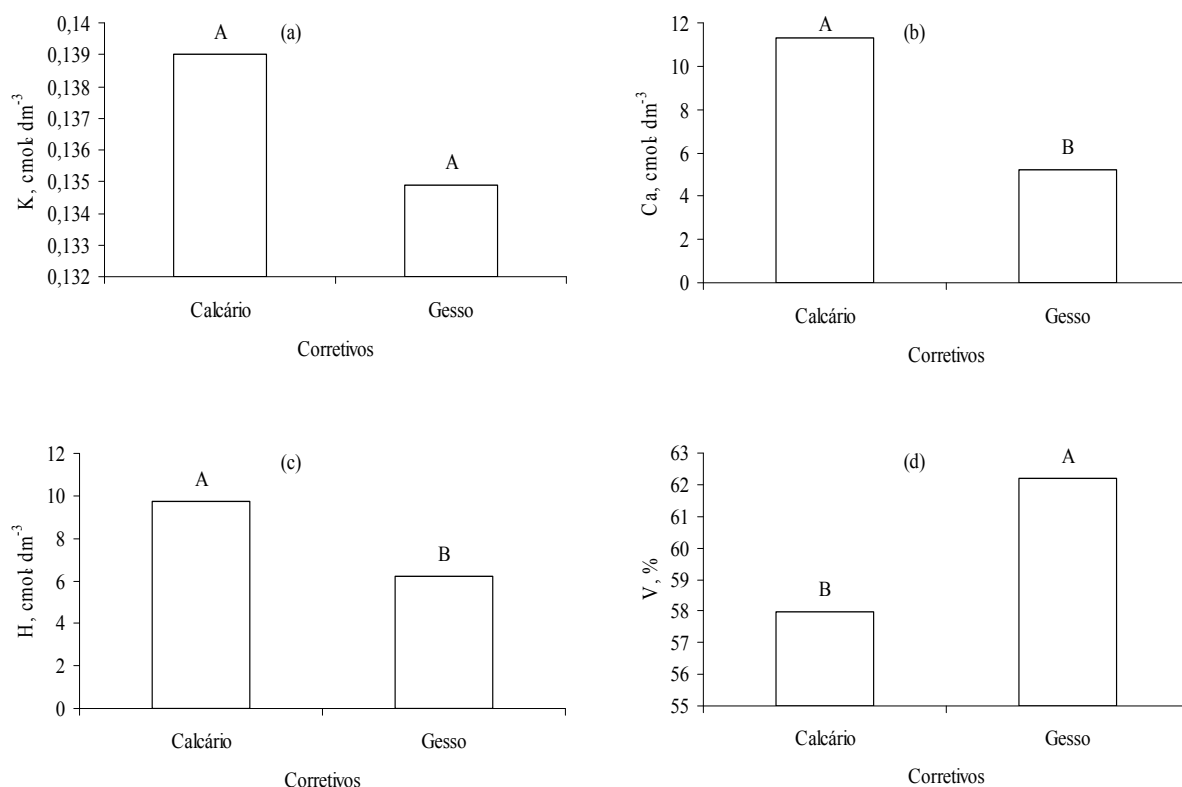


Figura 2. Atributos químicos do solo em função dos corretivos utilizados. (a) Potássio - K; (b) Cálcio - Ca; (c) Hidrogênio - H; (d) Saturação por base - V. Letras iguais, nas barras, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O aumento dos teores de Ca^{2+} (Figura 1b) e da saturação por bases do solo se deve ao gesso e calcário utilizado, sendo, independentemente dos demais tratamentos. Os maiores teores de cálcio no solo foram em função do calcário e a saturação por base foi mais influenciada pela gessagem. A movimentação de bases no solo é influenciada por vários fatores, tais como: tipo e dose do corretivo e aditivo, tempo de reação, precipitação, características físicas do solo, capacidade tampão e presença de ânions.

Alterações nos atributos químicos do solo (gesso e calagem x período de incubação)

Trinta dias após a aplicação superficial do gesso em superfície de solo, já se observou elevação do pH em CaCl_2 , dos teores de cálcio trocável e de magnésio trocável e diminuição do alumínio trocável, respectivamente (Tabela 4). A redução nos teores de alumínio trocável, com o uso das doses de gesso, possivelmente ocorreu pela lixiviação de SO_4^{2-} no perfil do solo, condicionando a eliminação de Al trocável através da formação do AlSO_4 (SALDANHA et al.; 2007). Também, pode ter ocorrido formação do $\text{Al}(\text{OH})_3$ pela liberação de OH^- por troca de ligantes pelo SO_4^{2-} na superfície das partículas dos óxidos e hidróxidos do solo.

No entanto, essa contribuição para o calcário foi maior com o passar do tempo (Tabela 4). Neste trabalho, observa-se que a remoção do de Al do solo foi pequena quando comparada aos valores de até $37 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ obtidos por Franchini et al. (2003). Por outro lado, Ciotta et al. (2004) estudando a aplicação de calcário em Latossolo, observaram que os efeitos da calagem no aumento da saturação por bases ficaram restritos a camada 0-0,2 m, enfatizando a necessidade de uma aplicação conjunta de calcário e gesso no aumento dos valores de V em subsuperfície. De acordo com Volpe et al (2008) as dosagens de calagem tiveram efeito significativo no incremento da produção de massa seca da parte aérea de pastagem e leguminosa, diferindo entre as dosagens utilizadas. De forma geral, devido a baixa mobilidade e solubilidade do calcário, esta prática tem sido limitante tanto na produção, como na resistência a veranicos e o baixo ou nulo potencial de produtividade no período de estiagem, em função do baixo crescimento radicular em áreas com subsolos ácidos. Os solos tropicais e subtropicais são constituídos predominantemente por minerais do tipo 1:1, oxihidróxidos de ferro e alumínio e 2:1 com hidroxialumínio nas entre camadas, uma vez que se encontra em estado avançado de intemperismo (RHEINHEIMER et al., 2008).

Tabela 4. Interação entre período de incubação e aplicação de calcário e gesso: atributos químicos do solo.

Período	Calcário					Gesso				
	pH	K	Mg	Al	T	pH	K	Mg	Al	T
	CaCl ₂	cmol _c dm ⁻³				CaCl ₂	cmol _c dm ⁻³			
30 dias	4,8aA	0,10bA	9,87aA	2,15aA	33,8aA	4,2bB	0,12bA	5,1aB	0,23aB	15,8aB
90 dias	4,9abA	0,11bB	3,22bB	0,25bA	24,9bA	3,3cB	0,16aA	5,5aA	0,23aA	17,1aB
150 dias	5,4aA	0,19aA	3,68 bA	0,32bA	23,8bA	5,3aA	0,13bB	5,0aA	0,13bB	17,7aB

† Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey

* Letras maiúsculas iguais na linha (comparando atributos químicos iguais) não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey; T = CTC = capacidade de troca de cátions

CONCLUSÕES

A gessagem e calagem altera os atributos químicos do solo (Ca, Mg, H, Al e CTC) em função das profundidades das camadas analisadas e o período de incubação. A aplicação do calcário superficial influencia na correção da acidez em profundidade proporcional ao tempo. A aplicação do gesso melhora o solo em profundidade, aumentando os teores de Ca, além de diminuir o alumínio.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas concedidas e ao Centro Tecnológico em Bovinocultura de Corte e Leite e a Caltins pelo apoio.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I. Alteração de parâmetros químicos do solo pela reaplicação superficial de calcário no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 675-702, 2001.

AMARAL, A. S. et al. Movimentação de partículas de calcário no perfil de Cambissolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 359-367, 2004.

CAIRES, E. F.; BANZATTO, D. A.; FONSECA, A. F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 161-169, 2000.

CAIRES, E. F. et al. 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**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 27-34, 1998.

CAIRES, E. F. et al. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações de características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 315-327, 1999.

CHAVES, L. H. G.; FARIAS, C. H. A. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo e na disponibilidade de cálcio, magnésio e fósforo. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 21, n. 5, p. 75-82, 2008.

CIOTTA, M. N. et al. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 317-326, 2004.

EMBRAPA. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA, 2009. 627 p.

FRANCHINI, J. C. et al. Organic composition of green manure during growth and its effect on cation mobilization in an acid oxisol. **Soil Science and Plant Analysis**, v. 34, n. 13, p. 2045-2058, 2003.

GATIBONI, L. C. et al. Alterações nos atributos químicos de solo arenoso pela calagem superficial no sistema plantio direto consolidado. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 33, n. 3, p. 283-290, 2003.

MORAES, M. F. et al. Mobilidade de íons em solo ácido com aplicação de calcário, ácido orgânico e material vegetal em superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 673-684, 2007.

PÁDUA, T. R. P.; SILVA C. A.; MELO, L. C. A. Calagem em Latossolo sob influência de coberturas vegetais: neutralização da acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 869-878, 2006.

PIRES, F. R. et al. Alterações de atributos químicos do solo, estado nutricional e características agrônômicas de plantas de milho, considerando as modalidades de calagem em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 121-131, 2003.

RHEINHEIMER, D. S. et al. Amplitude no fósforo microbiano em um Argissolo em pastagem nativa submetida à roçada e à introdução de espécies forrageiras com fertilização fosfatada em diferentes épocas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR, v. 30, n. 4, p. 561-567, 2008.

SALDANHA, E. C. M. et al. Uso do gesso mineral em Latossolo cultivado com cana de açúcar. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 20, n. 1, p. 103-109, 2007.

SOUZA, K. S. et al. Avaliação dos componentes de produção da mamoneira em função de doses de calcário e fósforo. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 22, n. 4, p. 116-122, 2009.

VOLPE, E. et al. Renovação de pastagem degradada com calagem, adubação e leguminosa consorciada em Neossolo Quartzarênico, **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR, v. 30, n. 1, p. 131-138, 2008.