



Calagem e gessagem pela porcentagem de Ca na CTC e CTCe, em sistema agropastoril

Wander Luis Barbosa Borges^(1*); Isabela Malaquias Dalto de Souza⁽²⁾; Jorge Luiz Hipólito⁽³⁾; Flávio Suelo Tokuda⁽⁴⁾; Adriano Custódio Gasparino⁽⁵⁾; Marcelo Andreotti⁽²⁾.

⁽¹⁾ Centro Avançado de Pesquisa de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, Instituto Agrônomo (IAC), Votuporanga, SP, Brasil, 15505-970 (*apresentador, wanderborges@iac.sp.gov.br).

⁽²⁾ Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000.

⁽³⁾ Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes, Núcleo de Produção de Sementes, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), Araçatuba, SP; 16010-540.

⁽⁴⁾ Casa da Agricultura, CATI, Riolândia, SP, 15495-000.

⁽⁵⁾ Casa da Agricultura, CATI, Américo de Campos, SP, 15550-000.

RESUMO: Há dúvidas quanto a dose ideal de gesso a ser utilizada e, pouca informação sobre calagem e gessagem baseadas na porcentagem de cálcio na CTC e CTCe. O presente trabalho foi realizado com o objetivo avaliar o efeito do calcário e gesso agrícola sobre os atributos químicos de um Argissolo, sob sistema agropastoril, na região Noroeste Paulista, considerando-se a porcentagem de cálcio na CTC, na camada de 0-20 m e, na CTCe, na camada de 0,20-0,40 m. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se três tratamentos com a aplicação de calcário e gesso agrícola em superfície para estabelecer que, respectivamente, o cálcio ocupasse: 70 (T1), 52,5 (T2) e 35% (T3) da CTC, na camada de 0-0,20 m e 60 (T1), 45 (T2) e 30% (T3) da CTCe, na camada de 0,20-0,40 m. Constatou-se que o T1 proporciona maiores teores de S-SO₄ que T2 e T3 na camada de 0-0,40 m. Os tratamentos T1 e T2 elevam a saturação por bases na camada de 0,20-0,40 m. A aplicação de calcário e gesso agrícola, considerando-se a porcentagem de cálcio na CTC, na camada de 0-20 m e, na CTCe, na camada de 0,20-0,40 m, reduz o teor de Al na camada de 0,20-0,40 m de Argissolo sob sistema agropastoril, na região Noroeste Paulista.

Termos de indexação: capacidade de troca de cátions, capacidade de troca de cátions efetiva, gesso agrícola.

INTRODUÇÃO

Uma opção interessante para melhoria da fertilidade química das camadas sub superficiais é a utilização do gesso agrícola, o qual tem sido utilizado em solos ácidos como um produto complementar ao calcário (BRAGA et al., 1995;

SILVA et al., 1998), no entanto, há dúvidas quanto

a dose ideal de gesso a ser utilizada e, pouca informação sobre calagem e gessagem baseadas na porcentagem de cálcio na capacidade de troca de cátions (CTC) e capacidade de troca de cátions efetiva (CTCe).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo avaliar o efeito do calcário e gesso agrícola sobre os atributos químicos de um Argissolo, sob sistema agropastoril, na região Noroeste Paulista, considerando-se a porcentagem de cálcio na CTC, na camada de 0-20 m e, na CTCe, na camada de 0,20-0,40 m.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Centro Avançado de Pesquisa de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, do Instituto Agrônomo (IAC), da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento - SAA, localizado no município de Votuporanga, SP, (20°20'S, 49°58'W e 510 m de altitude), em um Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (SANTOS et al., 2013), em uma área com sistema agropastoril desde 2011.

O clima é o tropical com invernos secos (Aw na classificação de Köppen) com temperatura média anual de 24°C, tendo a média das máximas de 31,2°C e a média das mínimas de 17,4°C, enquanto que a precipitação pluvial média anual é de 1328,6 mm, sendo que no período do estudo, a precipitação foi de 806 mm.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se três tratamentos: T1 - aplicação de calcário e gesso agrícola em superfície para estabelecer que, respectivamente, o cálcio ocupe 70% da capacidade de troca de cátions (CTC) na



camada de 0-0,20 m e 60% da capacidade de troca de cátions efetiva (CTCe) na camada de 0,20-0,40 m; T2 - aplicação de calcário e gesso agrícola em superfície para estabelecer que o cálcio ocupe 52,5% da CTC na camada de 0-0,20 m e 45% da CTCe na camada de 0,20-0,40 m; T3 - aplicação de calcário e gesso agrícola em superfície para estabelecer que o cálcio ocupe 35% da CTC na camada de 0-0,20 m e 30% da CTCe na camada de 0,20-0,40 m.

As parcelas tinham 5 m de comprimento por 5 m de largura, totalizando 25 m².

O calcário utilizado continha 31% de CaO e 21% de MgO e o gesso agrícola continha 17% de Ca e 14% de S.

Foi realizada uma coleta de solo no dia 30/10/2017 para caracterização química do solo (RAIJ et al., 2001), nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade, e os resultados estão apresentados na **tabela 1**.

No dia 03/11/2017 realizou-se uma amostragem de quantidade de palhada presente na área. Foram retiradas seis amostras de 0,5 x 0,5 m, as quais foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de ventilação forçada, regulada a 65-70°C por 72 horas. A quantidade média de matéria seca (MS) de *Urochloa brizantha* presente na área foi de 7070 kg ha⁻¹.

O calcário e o gesso agrícola foram aplicados manualmente sobre a superfície do solo, no dia 10/11/2017. Não foi utilizado nenhum corretivo de acidez do solo desde setembro de 2010.

As culturas utilizadas no período de setembro de 2009 a agosto de 2017, durante as primeiras e segundas safras, estão apresentadas a seguir: 2010/11, amendoim/pousio; 2011/12, milho+*Urochloa brizantha*; 2012/13, *U. brizantha*/*U. brizantha*; 2013/14, soja/*Crotalaria juncea*; 2014/15, milho+*U. brizantha*; 2015/16, *U. brizantha*/*U. brizantha*; 2016/17, soja/*C. Juncea*.

A quantidade de nutrientes utilizadas, durante o estudo, encontra-se na **tabela 2**.

No dia 24/11/2017 foi realizada a semeadura de milho na área, no sistema de semeadura direta sobre a palhada da *C. juncea*, utilizando a cultivar Dow AgroSciences 2B587 Power Core™ no espaçamento de 0,8 m e população de 72500 plantas ha⁻¹, com adubação de base na dose de 315 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16.

No dia 11/12/2018 foi realizada a primeira adubação de cobertura, utilizando-se o adubo formulado 20-00-20, na dose de 270 kg ha⁻¹.

No dia 14/12/2017 realizou-se a semeadura de duas linhas de *U. brizantha* cv. Marandu na

entrelinha da cultura do milho, utilizando-se 10 kg ha⁻¹ de sementes da forrageira, com valor cultural de 50%, misturada com o adubo super fosfato simples, na dose de 60 kg ha⁻¹.

No dia 18/12/2017 foi realizada a segunda adubação de cobertura, utilizando-se sulfato de amônio, da dose de 250 kg ha⁻¹.

A colheita do milho foi realizada no dia 27/03/2018.

Foi realizada nova coleta de solo no dia 29/03/2018 para análise química de solo e determinação da sua fertilidade (RAIJ et al., 2001), nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade.

Foram retiradas duas amostras simples por parcela, as quais foram homogeneizadas e originaram uma amostra composta de cada parcela.

As amostras de solo foram coletadas com auxílio de trado tipo caneca, acondicionadas em sacos de plástico e, posteriormente, secas ao ar. Nas amostras foram determinados: pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ (relação solo:solução 1:2,5), a acidez potencial (H⁺ + Al³⁺), os teores de P, K, Ca e Mg no solo extraídos pela resina trocadora de íons (RAIJ et al., 2001).

Os dados foram submetidos ao teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05), com o uso do programa computacional Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos diferiram entre si (p<0,05) em relação aos teores de S-SO₄, na camada de 0,-0,20 m, e de P, S-SO₄, Al e saturação por bases na camada de 0,20-0,40 m (**Tabela 3**).

O T1 apresentou maiores teores de S-SO₄, nas duas camadas avaliadas, devido ao maior fornecimento de S-SO₄ na forma de gesso agrícola. A aplicação superficial de gesso agrícola, em sistemas com semeadura direta, tem reduzido o Al trocável e aumentado os teores Ca trocável e do sulfato, bem como, em alguns casos, elevado de forma indireta os valores de pH em camadas sub superficiais do solo (CAIRES et al., 2011; MARQUES, 2008; SORATTO; CRUSCIOL, 2008a, 2008b; COSTA, 2011).

Os tratamentos T1 e T2 apresentaram maior saturação por bases, na camada de 0,20-0,40 m, e a elevaram em 8%. A presença de palhada sobre o solo (7070 kg ha⁻¹ de MS), a ausência de preparo (sistema de semeadura direta) e a rotação de culturas utilizada, proporcionaram melhorias nas características físicas e biológicas do solo (SOUZA et al., 2013), favorecendo a descida do calcário



pelos canaliculos formados pelas raízes mortas e, bioporos formados pela meso e macrofauna do solo (VARGAS et al., 2018) e, conseqüentemente, aumentando os teores de Ca em sub superfície.

Os três tratamentos reduziram o teor de Al na camada de 0,20-0,40 m, com destaque para o T2 que o reduziu, em média, 2,25 mmolc dm⁻³, corroborando com Soratto e Crusciol (2008a, 2008b), que também verificaram redução do Al trocável, devido à aplicação de gesso na superfície. Os ânions resultantes da dissociação dos corretores de acidez do solo (HCO³⁻ e OH⁻) reagem com os prótons da solução do solo resultando na neutralização do Al³⁺ (VARGAS et al., 2018).

Os tratamentos T1 e T3 (aplicação de calcário e gesso agrícola em superfície para estabelecer que o cálcio ocupe 35% da CTC na camada de 0-0,20 m e 30% da CTCe na camada de 0,20-0,40 m) apresentaram maior teor de P que o T2.

Como a amostragem de solo realizada em 30/10/2017 foi realizada independentemente de parcelas, as doses de calcário e de gesso agrícola podem ter sido sub estimadas, daí a razão pela qual não houve correção ideal da acidez, elevação dos teores de Ca e Mg e da saturação por bases.

CONCLUSÕES

A aplicação de calcário e gesso agrícola em superfície com o Ca ocupando 70% da CTC, na camada de 0-0,20 m e, 60% da CTCe, na camada de 0,20-0,40 m, proporciona maiores teores de S-SO₄.

A aplicação de calcário e gesso agrícola em superfície com o Ca ocupando 70 e 52,5% da CTC, na camada de 0-0,20 m e, 60 e 45% da CTCe, na camada de 0,20-0,40 m, elevam a saturação por bases na camada de 0,20-0,40 m.

A aplicação de calcário e gesso agrícola, considerando-se a porcentagem de cálcio na CTC, na camada de 0-20 m e, na CTCe, na camada de 0,20-0,40 m, reduz o teor de Al na camada de 0,20-0,40 m de Argissolo sob sistema agropastoril, na região Noroeste Paulista.

AGRADECIMENTOS

A todos os funcionários do Centro Avançado de Pesquisa de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, do Instituto Agrônomo - IAC, pelo apoio na instalação e condução do experimento.

REFERÊNCIAS

BRAGA, F. A.; VALE, F. R.; MUNIZ, J. A. Movimentação de nutrientes no solo, crescimento e nutrição mineral no eucalipto, em função de doses de gesso e níveis de irrigação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 19:69-77, 1995.

CAIRES, E. F.; JORIS, H. A. W.; CHURKA, S. Long-term effects of lime and gypsum additions on no-till corn and soybean yield and soil chemical properties in southern Brazil. *Soil Use and Management*, 27:45-53, 2011.

COSTA, C. H. M. Efeito residual da aplicação superficial de calcário e gesso nas culturas de soja, aveia-preta e sorgo granífero. 2011. 80 f. (Dissertação de Mestrado) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2011.

MARQUES, R. R. Aplicação superficial de calcário e gesso em manejo conservacionista de solo para cultivo de amendoim e aveia branca. 2008. 142 f. (Tese de Doutorado) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2008.

RAIJ, B. van. et al. (Eds.). *Análise química para avaliação da fertilidade do solo*. Campinas: Instituto Agrônomo; 2001.

SANTOS, H. G. et al. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA, A. A. et al. Efeitos de relações CaSO₄/CaCO₃ na mobilidade de nutrientes no solo e no crescimento do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22:451-457, 1998.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assstat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, 11:3733-3740, 2016.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v:675-688, 2008a.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Dolomite and phosphogypsum surface application effects on annual crops nutrition and yield. *Agronomy Journal*, v:261-270, 2008b.

SOUZA, R.C. et al. Soil metagenomics reveals differences under conventional and no-tillage with crop rotation or succession. *Applied Soil Ecology*, 72:49-61, 2013.

VARGAS, J. P. R. et al. Application forms and types of soil acidity corrective: Changes in depth chemical attributes in long term period experiment. *Soil & Tillage Research*, 185:47-60, 2019.

**Tabela 1** - Valores referentes à análise de amostra de solo, nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, 2017.

P	S-SO ₄	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	V
mg dm ⁻³		g dm ⁻³	CaCl ₂	-----mmolc dm ⁻³ -----					%
0-0,20 m									
22	4	13	4,5	2,1	7	7	25	2	39
0,20-0,40 m									
15	5	11	4,1	2,5	5	4	28	6	29

Tabela 2 - Quantidades de nutrientes utilizadas nos sistemas de semeadura direta e agropastoril, nas safras 2009/10 a 2016/17.

N	P	K	N	P	K	N	P	K
kg ha ⁻¹								
	2010/11			2011/12			2012/13	
10,0	35,0	20,0	112,0	100,0	48,0		-	
	2013/14			2014/15			2015/16	
14,0	70,0	70,0	120,0	102,0	94,0		-	
	2016/17							
12,0	60,0	60,0						

Tabela 3 - Valores referentes à análise de amostra de solo, nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, 2018.

Tratamentos ⁽¹⁾	P	S-SO ₄	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	V
	mg dm ⁻³		g dm ⁻³	CaCl ₂	-----mmolc dm ⁻³ -----					%
0-0,20 m										
T1	18,50 ^(ns)	12,25 a ⁽⁴⁾	12,25	4,30	0,60	13,00	2,75	25,00	2,25	39,25
T2	9,50	5,75 b	12,25	4,25	0,50	11,25	2,50	25,25	3,25	36,50
T3	19,00	6,25 b	13,00	4,15	0,63	10,50	2,50	29,50	4,25	31,50
DMS ⁽²⁾	16,98	5,83	2,14	0,49	0,28	4,47	2,48	8,00	2,98	13,47
CV(%) ⁽³⁾	49,94	33,25	7,89	5,34	22,26	17,80	44,23	13,86	42,29	17,36
0,20-0,40 m										
T1	16,25 a	28,50 a	11,75	4,23	1,15	11,75	4,75	29,50	4,75 a	37,50 a
T2	6,50 b	9,75 b	11,50	4,15	0,93	10,00	4,75	26,50	3,75 b	37,25 a
T3	18,00 a	7,75 b	11,50	4,05	0,98	9,25	3,75	29,50	5,00 a	32,00 b
DMS	9,19	6,34	1,73	0,35	0,53	2,53	2,40	5,74	0,96	4,92
CV(%)	31,16	19,05	6,90	3,92	24,15	11,29	25,03	9,28	9,80	6,37

⁽¹⁾ T1: 70% da CTC (0-0,20 m) e 60% da CTCe na camada de (0,20-0,40 m); T2: 52,5% da CTC (0-0,20 m) e 45% da CTCe (0,20-0,40 m); T3: 35% da CTC (0-0,20 m) e 30% da CTCe (0,20-0,40 m). ⁽²⁾ DMS: Diferença mínima significativa. ⁽³⁾ CV: Coeficiente de variação. ^(ns) Não significativo. ⁽⁴⁾ significativo a 5% de probabilidade.