



Cal hidratada agrícola em sistema agropastoril: alterações nos atributos químicos do solo

Wander Luis Barbosa Borges^(1*); Isabela Malaquias Dalto de Souza⁽²⁾; Jorge Luiz Hipólito⁽³⁾; Flávio Sueo 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⁾ Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, 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 pouca informação sobre a utilização da cal hidratada agrícola em sistema agropastoril. O presente trabalho foi realizado com o objetivo avaliar o efeito da aplicação de cal hidratada agrícola sobre os atributos químicos de um Argissolo, sob sistema agropastoril, na região Noroeste Paulista. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se três tratamentos com a aplicação de cal hidratada agrícola em superfície para estabelecer que o cálcio ocupe 70% (T1), 52,5% (T2) e 35% (T3) da capacidade de troca de cátions na camada de 0-0,20 m. Constatou-se que o percentual de 70% da CTC ocupada por Ca proporcionou maior pH e menor acidez potencial que o percentual de 35% e, que a aplicação de cal hidratada agrícola em superfície promove a correção da acidez, na camada de 0-0,20 m, e aumento dos teores de Ca e Mg e, com redução de Al, na camada de 0,20-0,40 m, do Argissolo sob sistema agropastoril, na região Noroeste Paulista.

Termos de indexação: hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio, calcinação.

INTRODUÇÃO

A cal tem efeito benéfico no solo de neutralizar a acidez do solo e aumentar a humificação da matéria orgânica, tornando o solo mais fértil, e tanto o carbonato de cálcio como a cal virgem são usados como intensificadores da qualidade do solo (European Lime Association - EULA, 2018).

A cal hidratada agrícola ou cal extinta é obtida industrialmente pela hidratação da cal virgem (PRIMAVESI; PRIMAVESI, 2004). Seus constituintes são o hidróxido de cálcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e o hidróxido de magnésio $\text{Mg}(\text{OH})_2$ e se apresenta na

forma de pó fino (ALCARDE, 2005).

Como se emprega, normalmente, 20% de água na hidratação, os teores de CaO e MgO decrescem nessa mesma proporção, em relação à cal virgem, assim os teores de CaO e MgO nesse produto se situam em cerca de 48% e 24%, respectivamente (PROCAFÉ, 2018).

Há pouca informação sobre a utilização da cal hidratada agrícola em sistema agropastoril, assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de cal hidratada agrícola sobre os atributos químicos de um Argissolo, sob sistema agropastoril, na região Noroeste Paulista.

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.

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se três tratamentos: T1 - aplicação de cal hidratada agrícola em superfície para estabelecer que o Ca ocupe 70% da capacidade de troca de



cátions (CTC) na camada de 0-0,20 m; T2 - aplicação de cal hidratada agrícola em superfície para estabelecer que o Ca ocupe 52,5% da CTC na camada de 0-0,20 m; T3 - aplicação de cal hidratada agrícola em superfície para estabelecer que o Ca ocupe 35% da CTC na camada de 0-0,20 m.

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

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 de *Urochloa brizantha* presente na área foi de 7070 kg ha⁻¹.

A cal hidratada agrícola foi aplicada manualmente sobre a superfície do solo, no dia 22/11/2017. Não foi utilizado nenhum corretivo de acidez do solo desde setembro de 2010.

As culturas utilizadas no período de setembro de 2010 a agosto de 2017, durante as primeiras e segundas safras, estão apresentadas a seguir: 2010/11, amendoim/pousio; 2011/12, milho + *U. 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, na dose de 250 kg ha⁻¹ e, a colheita, 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 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); com esses resultados foram calculados os valores de saturação por bases (V) mediante a relação entre o teor de bases trocáveis no solo (Ca, Mg e K) e a capacidade de troca de cátions (CTC) em porcentagem. Os resultados estão apresentados na **tabela 3**.

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 Assisat (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos diferiram entre si (p<0,05) em relação ao pH e à acidez potencial na camada de 0-0,20 m (**Tabela 3**), sendo que o T1 proporcionou maior pH e menor acidez potencial que o T3.

Esta melhoria nos atributos químicos do solo com o T1, deu-se pela ação neutralizante da cal hidratada, muito semelhante à da cal virgem, que no solo libera Ca²⁺, Mg²⁺ e OH⁻, a qual neutraliza o H⁺ da solução do solo, responsável pela sua acidez (ALCARDE, 2005), que é um dos fatores mais limitantes à produtividade das culturas, no mundo (FAGERIA, 2001). A acidificação do solo é um processo contínuo, que persiste mesmo depois da utilização de corretivos, já que a decomposição de matéria orgânica adiciona íons H⁺ ao solo, bem como a troca iônica que ocorre entre a planta, raízes e os colóides do solo e, neste processo, as plantas absorvem, por exemplo, os íons K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, liberando H⁺, aumentando a acidez do solo com as culturas sucessivas (BARBOSA FILHO et al., 2005; ROSSET et al., 2014).

Os tratamentos T1 e T2 aumentaram o pH na camada de 0-0,20 m.

Os três tratamentos proporcionaram, na camada de 0,20-0,40 m, aumento de Ca e de Mg e, redução



de Al. 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, proporcionam melhorias nas características físicas e biológicas do solo (SOUZA et al., 2013), favorecendo a descida da cal hidratada agrícola pelos canalículos formados pelas raízes mortas e, bioporos formados pela meso e macrofauna do solo (VARGAS et al., 2018) e, conseqüentemente, aumentando os teores de Ca e de Mg em sub superfície, mostrando ser a aplicação de cal hidratada agrícola em superfície uma opção interessante para o sistema agropastoril, na região Noroeste Paulista.

CONCLUSÕES

A utilização da cal hidratada agrícola com o Ca ocupando 70% da CTC, na camada de 0-0,20 m, proporciona maior pH e menor acidez potencial que o Ca ocupando 35% da CTC.

A correção da acidez, na camada de 0-0,20 m, com a aplicação de cal hidratada agrícola em superfície depende da dose utilizada.

A utilização da cal hidratada proporciona aumento de Ca e Mg e, redução 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 Agrônômico - IAC, pelo apoio na instalação e condução do experimento.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J. C. Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas. São Paulo: ANDA, 2005. 24 p. (Boletim Técnico, 6).

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Atributos de fertilidade do solo e produtividade do feijoeiro e da soja influenciados pela calagem em superfície e incorporada. Ciência e Agrotecnologia, 29:507-514, 2005.

EUROPEAN LIME ASSOCIATION AISBL - EULA. Lime applications: agriculture, forestry and fish farming. 2018. Disponível em: <Https://www.eula.eu/agriculture-forestry-and-fish-farming>. Acesso em 14 set. 2018.

FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 36:1419-1424, 2001.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O. Características de solos e suas relações com culturas agrícolas. São Carlos: Embrapa Pecuária, 2004. 28 p. (Documentos, 37).

PROCAFÉ. Cal virgem e cal hidratada agrícola - corretivos ideais para cafezais adultos. 2018. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/cafe/211141-procafe-cal-virgem-e-cal-hidratada-agricola-corretivos-ideais-para-cafezais-adultos.html#.Wvwq1YgvxPY>. Acesso em 14 set. 2018.

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

ROSSET, J. S. et al. Carbon stock, chemical and physical properties of soils under management systems with different deployment times in western region of Paraná, Brazil. Semina: Ciências Agrárias, 35:3053-3072, 2014.

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

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

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 2010/11 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	15,50 ^(ns)	2,75	12,50	5,25 a ⁽⁴⁾	1,10	11,50	18,00	20,25 b	1,00	60,00
T2	11,25	3,25	11,75	4,80 ab	1,23	9,75	12,75	21,50 ab	1,50	52,50
T3	16,25	2,00	12,25	4,55 b	1,03	7,75	14,25	28,00 a	3,00	43,00
DMS ⁽²⁾	12,21	2,92	2,53	0,63	0,53	5,59	12,94	6,68	2,05	20,73
CV(% ⁽³⁾)	39,24	50,39	9,59	5,97	21,68	26,65	39,77	13,24	51,43	18,43
0,20-0,40 m										
T1	12,50	2,75	11,75	4,58	1,88	8,75	9,50	27,75	2,50	42,50
T2	13,25	2,75	11,25	4,45	1,68	8,75	8,25	28,00	2,00	39,75
T3	16,75	1,75	11,75	4,25	1,50	7,75	6,75	29,75	2,25	35,00
DMS	16,08	1,02	1,02	0,69	0,70	4,52	3,84	10,48	2,32	17,33
CV (%)	52,31	19,51	4,07	7,22	19,07	24,73	21,69	16,94	47,43	20,44

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