

PERFILHAMENTO DE CANA DE AÇÚCAR E ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM ARGISSOLO SUBMETIDO A DOSES DE CALCÁRIO E ESCÓRIA DE SIDERURGIA

Antonio Nolla¹, Eduardo Jamir Paes Vila¹, João Henrique Castaldo¹, Thaynara Garcez da Silva¹, Adriely Vechiato Bordin¹

¹ 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: anolla@uem.br; ejpvila@gmail.com; jhcastaldo@bol.com.br, thaynaragarceztg@gmail.com, adrielyvechiato@hotmail.com

Resumo: O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar, sendo que o Paraná é o segundo maior produtor estadual. Para que a produtividade seja mantida, é necessária a aplicação de corretivos de acidez, como o calcário. As escórias siderúrgicas também são empregadas na correção da acidez, e apresentam maior reatividade e fornecimento de silício em solução. Objetivou-se comparar o efeito de dosagens de calcário e silicato de cálcio sobre os atributos químicos de um Argissolo arenoso e no perfilhamento da cana-de-açúcar. Utilizou-se um Argissolo Vermelho Distrófico típico, onde foi aplicado 0, 500, 1000 e 2000 kg ha⁻¹ de calcário e silicato de cálcio, num DBC com 4 repetições. Cultivou-se cana-de-açúcar (RB 855156), no espaçamento entre linhas de 1m. Durante o cultivo da cana-de-açúcar, foram contados perfilhos na fase inicial da cultura. Após 90 dias da emergência, o solo foi amostrado, avaliando-se pH-H₂O e pH-CaCl₂; Ca, Mg, Al, K e P, V% e %Al. O calcário e silicato foram igualmente eficientes na correção da acidez do solo e no fornecimento de cálcio e magnésio no solo. O silicato de cálcio foi mais eficiente em estimular o perfilhamento das plantas de cana-de-açúcar.

Palavra-chave: Silicato de cálcio, solo arenoso, resíduo industrial, acidez do solo.

PROFILING OF SUGAR CANE AND CHEMICAL ATTRIBUTES OF AN ARGISOL SUBMITTED TO LIME AND STEEL SLAG

Abstract: Brazil is the largest producer of sugar cane, and Paraná is the second largest producer in the state. In order to maintain productivity, it is necessary to apply acidity correctors, such as limestone. Steel slag is also used to correct acidity, and is more reactive and provides silicon in solution. The objective was to compare the effect of limestone and calcium silicate dosages on the chemical attributes of a sandy Ultisol and in the profiling of sugarcane. A typical Dystrophic Argisol was used, where 0, 500, 1000 and 2000 kg ha⁻¹ of limestone and calcium silicate were applied, in a DBC with 4 replications. Sugarcane (RB 855156) was cultivated in row spacing of 1m. During sugarcane cultivation, tillers were counted in the initial phase of the crop. After 90 days of emergence, the soil was sampled, evaluating pH-H₂O and pH-CaCl₂; Ca, Mg, Al, K and P, V% and %Al. Limestone and silicate were equally efficient in correcting soil acidity and in providing calcium and magnesium in the soil. Calcium silicate was more efficient in stimulating the tillering of sugarcane plants.

Key Words: Calcium silicate, sandy soil, industrial waste, soil acidity.

INTRODUÇÃO

O Brasil, com área canavieira de 8,345 milhões de hectares, é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo atingindo uma produção de aproximadamente 578.768.000 de toneladas e uma produtividade de 69,35 t ha⁻¹ (safra 2021/2022), responsável por mais de 25% da produção mundial. O Paraná é quinto maior estado produtor, com 31,609 milhões de toneladas (CONAB, 2021).

A aplicação de corretivos de acidez é fundamental porque a acidez é o principal fator de degradação química do solo e abrange áreas extensas de solos nas zonas temperadas e nos trópicos. Cerca de 70% dos solos brasileiros são ácidos, o que reduz a produtividade das culturas em até 40% (Quaggio, 2000). O controle da acidez do solo é efetuado com a aplicação de oxidrilas, capazes de neutralizar os prótons em solução. Da mesma maneira como o calcário, têm sido utilizadas escórias para a correção da acidez do solo. As escórias utilizadas na agricultura liberam cálcio e/ou magnésio em solução, além de ânions (SiO₃⁻²), que apresentam a mesma valência que o ânion carbonato (Korndörfer et al., 2003). Segundo Alcarde e Rodella (2003), o silicato de cálcio é 6,78 vezes mais solúvel que o carbonato de cálcio, apresentando um maior potencial para a correção da acidez do solo em profundidade que o calcário. Além do efeito corretivo, as escórias são fontes de cálcio, magnésio e silício, micronutriente considerado benéfico para o desenvolvimento das plantas (Korndörfer et al., 2003; Marafon e Endres, 2011).

A adubação rica em silício resulta em aumentos significativos no crescimento e produtividade de muitas gramíneas (arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milho) e não gramíneas (Korndorfer et al., 2003).

Apesar dos estudos envolvendo corretivos de acidez do solo para a cultura da cana-de-açúcar, ainda são necessários estudos para elucidar questionamentos a respeito de critérios e dosagens de aplicação destes produtos, especialmente em solos arenosos. Isto porque a necessidade de calagem é significativamente inferior a solos com maior teor de argila, em função de sua baixa capacidade de troca de cátions. É necessário testar essas recomendações para verificar se as alterações nos critérios de calagem são adequadas, ou se outros índices e metodologias são mais adequados para a calagem em solos arenosos cultivados com cana colhida sem queima.

O objetivo do trabalho foi comparar o efeito de dosagens de calcário e silicato de cálcio sobre os atributos químicos de um Argissolo Vermelho distrófico típico arenoso e no perfilhamento da cana de açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se de um Argissolo Vermelho Distrófico típico (PVd) de textura arenosa, sob mata natural), em uma área de 768 m². A caracterização química original do solo está descrita na Tabela 1.

TABELA 1: Caracterização química da camada de 0-20 cm de um Argissolo Vermelho distrófico típico sob campo natural

pH	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	H + Al	V	Argila
H ₂ O	----- cmolc. dm ⁻³ -----		----- mg dm ⁻³ -----				%	g kg ⁻¹
5,0	0,2	1,0	0,4	78	3,5	3,17	34	120

Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ - extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ P, K – extraídos com Melhlich 1

O experimento foi dessecado com herbicida a base de glyphosate na dosagem de 5 L ha⁻¹ de produto comercial, e na seqüência arado e gradeado. O solo inicialmente não foi corrigido porque os materiais (calcário e silicato) usados como tratamento são corretivos de acidez. Os tratamentos foram instalados em parcelas de 4 x 6 metros, aplicando-se superficialmente calcário dolomítico e silicato de cálcio e magnésio nas doses de 0, 500, 1000 e 2000 kg ha⁻¹ num DBC com 4 repetições, em esquema fatorial 2 x 5. A determinação das doses de ambos os materiais foi realizada de forma que as mesmas atingissem um Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) semelhante a um calcário com PRNT igual a 100%. Tanto o silicato quanto o calcário, foram aplicados superficialmente, isto é, sem incorporação, e distribuídos manualmente sobre a palha da vegetação natural da área.

O plantio cana-de-açúcar iniciou com a abertura de sulcos (30 cm de profundidade). As mudas da variedade RB 855156 foram colocadas dentro dos sulcos em posição ponta com pé e picadas em toletes, de forma que manteve-se o espaçamento entre linhas de 1m para a obtenção de uma população de 150000 plantas/ ha. Na implantação do experimento aplicou-se 750 kg/ ha do formulado NPK (4-20-20), como adubação de base para o plantio, sendo, posteriormente realizado duas coberturas com 30 e 60 dias após a

emergência da cultura, na dose de 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de sulfato de amônio. Durante o cultivo da cana-de-açúcar, foram realizadas avaliações de contagem de perfilhos, na fase inicial da cultura.

Após 90 dias da emergência das plantas, foi realizada a amostragem de solo (0-20cm). Foram avaliados os seguintes parâmetros químicos: pH-H₂O e pH-CaCl₂; cálcio, magnésio e alumínio trocáveis (KCl 1 mol L⁻¹). O K e P foram extraídos pelo método de Mehlich-1 e determinado por fotômetro de chama e pelo espectrofotômetro Uv-visível, respectivamente, todos conforme Tedesco et al.(1995). Estimou-se a soma de bases e a saturação da CTC efetiva por alumínio, todos conforme Tedesco et al.(1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa computacional SISVAR e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos tratamentos onde aplicou-se calcário e silicato de cálcio, observou-se que o pH aumentou, indicando a eficiência dos corretivos (Tabela 2). A menor dosagem (500kg ha⁻¹) não aumentou significativamente o pH do solo, tanto para o calcário quanto para o silicato de cálcio.

Aplicando-se calcário para elevar a V até 60% (1,0 t ha⁻¹ de calcário e silicato de cálcio), o pH (H₂O) atingiu valores considerados adequados (5,5-6,0) para o crescimento e produtividade da cana-de-açúcar seja otimizado (Quaggio, 2000). Comparando-se os dois produtos, percebe-se a mesma eficiência na elevação de pH, concordando com resultados obtidos por Louzada (1987).

Quanto ao alumínio, percebe-se que a aplicação dos corretivos reduziu significativamente sua concentração, principalmente quando aplicou-se as duas maiores dosagens (1000 e 2000 kg ha⁻¹) ou, o que certamente deverá contribuir para o crescimento da cana-de-açúcar. Percebe-se que a eficiência do calcário, na primeira avaliação, foi maior que a do silicato de cálcio aplicado (Tabelas 2). Provavelmente isto pode ter ocorrido em função do PRNT do silicato (68%), o que pode ter ocasionado uma menor capacidade de redução da acidez do solo que o calcário (PRNT 75,2%), provavelmente sendo necessário um tempo maior de reatividade no solo para o silicato aumentar a sua eficiência na correção da acidez do solo (Alcarde e Rodella, 2003, Raij, 2011).

Tabela 2. Valores de pH (H₂O e CaCl₂) e teores de Al, P e K de um Argissolo arenoso, submetido à aplicação de doses de calcário e silicato para cultura da cana de açúcar

Doses	pH	pH	Al ³⁺	K ⁺	P
	H ₂ O	CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----		mg dm ⁻³
Kg ha ⁻¹					
Calcário					
0	5,3 b	4,3 b	0,45 b	0,18 a	4,2 a
500	5,5 b	4,5 b	0,33 b	0,21 a	4,5 a
1000	5,8 a	4,7 b	0,16 a	0,23 a	4,9 a
2000	5,9 a	4,8 a	0,06 a	0,24 a	5,2 a
Silicato					
0	5,2 b	4,2 b	0,41 c	0,15 a	3,4 a
500	5,4 b	4,4 b	0,22 b	0,17 a	4,0 a
1000	5,8 a	4,8 b	0,23 b	0,26 a	5,4 a
2000	5,9 a	4,9 a	0,10 a	0,28 a	5,6 a

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

Em relação aos nutrientes cálcio e magnésio, percebe-se um aumento nos teores em solução à medida que aumentou a dosagem de corretivo aplicada (Tabelas 3). Percebe-se que a aplicação de silicato foi um pouco mais eficiente que o calcário em aumentar a concentração de cálcio trocável. Provavelmente isto ocorreu devido à maior quantidade de silicato aplicado no solo devido à sua menor reatividade (PRNT 68%), o que pode ter aumentado a concentração de Ca no solo, principalmente onde aplicou-se a maior dosagem, de forma que o teor de Ca foi 28% superior ao tratamento com aplicação da mesma dosagem de calcário. Assim, pode-se esperar que a maior concentração de Ca contribua para a produtividade de colmos da cana-de-açúcar, pois o cálcio contribui para a integridade da parede celular, aumentando a resistência a pragas e doenças (Taiz e Zeiger, 2010).

A aplicação das duas maiores dosagens (1000 e 2000 kg ha⁻¹) reduziu a saturação por alumínio (Tabela 3) a valores baixos (<6,1%). Entretanto, observa-se que para solos arenosos como o Argissolo avaliado, a saturação por alumínio original já está próxima

dos 20 % (entre 23,2 e 25,6% - Tabela 3). Isto ocorre porque nestes solos, o principal problema é a disponibilidade de cálcio e magnésio, pois é possível encontrar teores deste nutrientes abaixo do nível crítico (2,5 cmol_c kg⁻¹ de cálcio e 0,8 cmol_c kg⁻¹ de magnésio) - (Ribeiro et al., 1999). A calagem e silicatagem reduziram a saturação por alumínio.

O perfilhamento na cana-de-açúcar é um indicativo do potencial de produtividade de colmos que a variedade irá expressar na época da colheita (Manhães et al., 2015).

Tabela 3. Valores de soma de bases, saturação por alumínio, cálcio e magnésio trocáveis, CTC efetiva e número de perfilhos de um Argissolo arenoso, submetido à aplicação de doses de calcário para cultura da cana de açúcar

Doses	SB cmol _c dm ⁻³	m %	Ca ⁺² -----cmol _c dm ⁻³ -----	Mg ⁺² -----cmol _c dm ⁻³ -----	CTC efetiva	Número de perfilhos
kg ha ⁻¹						
Calcário						
0	1,83 a	25,62 a	1,2 c	0,42 c	2,3 c	90 c
500	2,81 a	11,87 b	2,0 b	0,58bc	3,1 b	108 b
1000	2,93 a	5,70 bc	2,1 b	0,75 b	3,1 b	114 b
2000	3,81 a	1,75 c	2,5 a	1,01 a	3,8 a	124 a
Silicato						
0	2,01 d	23,20 a	1,5 d	0,34 c	2,4 d	77 c
500	2,83 c	8,85 b	2,0 c	0,51 c	3,0 c	118 b
1000	3,56 b	6,07 b	2,6 b	0,77 b	3,7 b	128 ba
2000	4,54 a	2,22 c	3,2 a	1,04 a	4,6 a	142 a

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

Comparando-se a aplicação dos dois produtos corretivos, percebe-se que o silicato de cálcio proporcionou maior estímulo no desenvolvimento dos perfilhos (Tabela 3) em relação às parcelas com tratamento de calcário nos tratamentos onde aplicou-se as duas maiores dosagens (1000 e 2000 kg ha⁻¹). Provavelmente, devido ao silicato ser fonte de

Si, as plantas perfilharam mais devido ao silício favorecer o aumento na resistência das plantas à pragas e doenças (Korndörfer et al., 2003).

CONCLUSÕES

O calcário e o silicato foram igualmente eficientes na correção da acidez do solo e no fornecimento de cálcio e magnésio no solo. O silicato de cálcio foi mais eficiente em estimular o perfilhamento das plantas de cana de açúcar.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J.A.; RODELLA, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M. de; LOPES, A. S. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: SBCS, 2003. p. 291-334.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra de cana-de-açúcar**. Brasília: CONAB, 2022. 58p. Disponível em: '<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>' Acesso em: 29 set. 2022.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. – **Silicatos de Cálcio e Magnésio na Agricultura**. Uberlândia: GPSi/ICIAG/UFU, 2003. 28 p. (Boletim Técnico 01)

LOUZADA, P.T.C. **Eficiência de uma escória de siderurgia como corretivo e fertilizante do solo**. 1987. 52p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Programa de Pós-Graduação em Solos, UFV, 1987.

MANHÃES, C.M.C.; GARCIA, R.F.G.; FRANCELINO, F.M.; FRANCELINO, H.O. Fatores que afetam a brotação e o perfilhamento da cana-de-açúcar. **Vertices**, Campos dos Goytacazes, v.17, n.1, p.163-181, 2015.

MARAFON, A.C.; ENDRES, L. **Adubação silicatada em cana-de-açúcar**. Aracaju: EMRAPA TABULEIROS COSTEIROS, 2011. 48p.

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2000. 111p.

RAIJ, B. Van **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420 p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999. 359p. (Quinta aproximação)

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 774p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).