

PERFILHAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR E ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM ARGISSOLO DE TEXTURA ARENOSA SUBMETIDO À CALAGEM E SILICATAGEM

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

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; wilsilva@bol.com; ejvila@bol.com; adrielyvechiato@hotmail.com; thaynaragarceztg@gmail.com; phsilva@hotmail.com; jhcastaldo@bol.com.br

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 cultivado com 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: *Saccharum officinarum*, correção da acidez do solo, escória siderúrgica, resíduo industrial

SUGARCANE PROFILING AND CHEMICAL ATTRIBUTES OF A SANDY TEXTURE ARGISSOL SUBMITTED TO LIMING AND SILICATTING

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, this product 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 cultivated with sugarcane. A typical dystrophic red 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: *Saccharum officinarum*, correction of soil acidity, steel slag, industrial waste.

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 578.678.100 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, 2022).

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. O calcário é o produto mais utilizado. Para sua reação no solo é necessária a presença de água, o que dificulta sua reação e mobilidade no solo. 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).

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, por este elemento químico apresentar capacidade de promover aumento na capacidade das plantas em suportar estresse bióticos e abióticos durante a fase de crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas (Elawad et al., 1979).

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 cultivado com 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	Al³⁺	Ca²⁺	Mg²⁺	K⁺	P	H + Al	V	Argila
H ₂ O	----- cmol _c . 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 iniciado com dessecação da vegetação natural utilizando-se Glyphosate na dosagem de 5 L ha⁻¹ de produto comercial. O solo inicialmente não foi corrigido porque os materiais (calcário e silicato) usados como tratamento são corretivos de acidez. Na seqüência, a área foi preparada através de aração e gradagem.

Os tratamentos foram instalados em parcelas de 4 x 6 metros, aplicando-se, sobre a palhada da vegetação natural (superficialmente), calcário dolomítico e silicato de cálcio e magnésio. A dose dos dois corretivos foi de 0, 500, 1000 e 2000 kg ha⁻¹ num DBC com 4 repetições, em esquema fatorial 2 x 4 (2 materiais e 5 doses) correspondendo às doses de 0, 115, 230 e 460 kg ha⁻¹ de Si total para o silicato, respectivamente. 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, no dia 10 de agosto de 2009, 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 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 uma amostragem de solo. Foram avaliados os seguintes parâmetros químicos: pH-H₂O e pH-CaCl₂; cálcio , magnésio e alumínio trocáveis (KCL 1 mol / L). 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. Posteriormente, serão determinados a acidez potencial (índice SMP), conforme Tedesco et al. (1995).

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos tratamentos onde aplicou-se calcário e silicato de cálcio, observou-se que o pH aumentou significativamente, 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.

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

Doses kg ha ⁻¹	pH		Al ³⁺	K ⁺	P
	H ₂ O	CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----	-----	mg dm ⁻³
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.

Nos tratamentos onde aplicou-se a dose recomendada para elevar a saturação por bases a 60% (1000 kg ha⁻¹ de calcário e silicato de cálcio) o pH – H₂O atingiu os valores considerados adequados (5,5-6,0) para que o crescimento e produtividade da cana-de-açúcar seja otimizado (Quaggio, 2000). Comparando-se os dois produtos, percebe-se uma 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 , 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 e 4). 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).

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

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

Doses kg ha ⁻¹	SB	m	Ca ⁺²	Mg ⁺²	CTC	Nº de perfilhos
	cmol _c dm ⁻³	%	-----cmol _c dm ⁻³ -----			
Calcário						
0	1,83 c	25,62 c	1,2 c	0,42 c	2,3 c	90 c
500	2,81 c	11,87 b	2,0 b	0,58 bc	3,1 b	108 b
1000	2,93 c	5,70 ab	2,1 b	0,75 b	3,1 b	114 b
2000	3,81 c	1,75 a	2,5 a	1,01 a	3,8 a	124 a
Silicato						
0	2,01 d	23,20 c	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 c	2,22 a	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.

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 (Ferri, 1985).

A aplicação das duas maiores dosagens (1000 e 2000 kg ha⁻¹) reduziu a saturação por alumínio 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% - Tabelas 3 e 5). 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 (Fundação Cargill, 1987). Comparando-se a aplicação dos dois produtos corretivos (Tabela 3), percebe-se que o silicato de cálcio proporcionou maior estímulo no desenvolvimento dos perfilhos 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 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. (Ed.) **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: SBCS, 2003. p. 291-334.

ANGHINONI, I.; SALET, R.L. Reaplicação de calcário no sistema plantio direto consolidado. In: KAMINSKI, J. (Ed.). **Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto**. Pelotas: Núcleo Regional Sul, 2000. p.41-59. (Boletim Técnico, 4).

CONAB, 2022 **Boletim de safra de cana-de-açúcar – Tabela de dados – Produção de cana-de-açúcar e subprodutos**. Disponível em: '<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>'. Acesso em: 08 dez. 2022.

ELAWAD, S.H., GREEN, V.E. Jr. Silicon and the rice plant environment: A review of recent research. **Revista IL Riso**, Milano, v.28, p.235-253. 1979.

FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal 1**. São Paulo: EPU, 1985. 362p.

FUNDAÇÃO CARGILL **Cana-de-açúcar. Cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 856 p.

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 Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1987.