

Avaliação Agronômica do Silicato de Cálcio e Magnésio Granulado na Cultura da Cana-de-Açúcar



ISSN 1679-0456

Dezembro, 2016

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 77

Avaliação Agronômica do Silicato de Cálcio e Magnésio Granulado na Cultura da Cana-de-Açúcar

Oscar Fontão de Lima Filho
Cesar José da Silva

Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2016

Embrapa Agropecuária Oeste

BR 163, km 253,6 – Trecho Dourados-Caarapó

79804-970 Dourados, MS

Caixa Postal 449

Fone: (67) 3416-9700

Fax: (67) 3416-9721

www.embrapa.br/

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*

Secretária-Executiva: *Silvia Mara Belloni*

Membros: *Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Danilton Luiz Flumignan, Ivo de Sá Motta, Marciana Retore, Michely Tomazi, Oscar Fontão de Lima Filho e Tarcila Souza de Castro Silva*

Membros suplentes: *Augusto César Pereira Goulart e Crébio José Ávila*

Supervisora editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Revisora de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*

Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Ilustração da capa: *Oscar Fontão de Lima Filho*

1ª edição

On-line (2016)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei Nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agropecuária Oeste

Lima Filho, Oscar Fontão de

Avaliação agrônômica do silicato de cálcio e magnésio granulado na cultura da cana-de-açúcar / Oscar Fontão de Lima Filho, Cesar José da Silva. — Dourados, MS : Embrapa Agropecuária Oeste, 2016.

28 p. ; 16 cm. x 21 cm. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 77).

1. Silício. 2. Adubação. 3. Nutriente. 4. Nutrição vegetal. 5. Sacharum officinarum. I. Silva, Cesar José da. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Título. IV. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	16
Conclusão	23
Referências	25

Avaliação Agronômica do Silicato de Cálcio e Magnésio Granulado na Cultura da Cana-de-Açúcar

Oscar Fontão de Lima Filho¹

Cesar José da Silva²

Resumo

Pesquisas realizadas no Brasil e em outros países mostram a viabilidade e os benefícios do uso de escórias de siderurgia na cultura da cana-de-açúcar. A aplicação conjunta de silicatos na forma de pó e adubos NPK granulados no plantio torna-se inviável, por causa da segregação dos adubos. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de escória de siderurgia granulada junto com a adubação NPK, na produção de cana-planta e cana-soca.

Foram implantados dois ensaios com cana-soca e dois com cana-planta, em parceria com a Usina Santa Helena, localizada no Município de Nova Andradina, MS. Tanto os experimentos com cana-planta como aqueles com cana-soca foram realizados em ambientes B e D. O uso de escória de siderurgia granulada, aplicada no sulco de plantio da cana-de-açúcar, em solo com textura médio-argilosa (ambiente B), aumentou a produtividade, tanto em cana-planta como em cana-soca. Entretanto, de modo geral, foi ineficaz em ambiente D (solo médio-arenoso).

⁽¹⁾Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências (Nutrição Mineral de Plantas e Fertilidade do Solo), pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

⁽²⁾Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Produção Vegetal), pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS

Termos para indexação: escória, silício, nutriente, adubação, produtividade, peletização, *Sacharum officinarum*.

Agronomic Evaluation of Calcium–Magnesium Silicate Granulated in Sugarcane Culture

Abstract

The studies conducted in Brazil and other countries show the possibility and benefits of basic slag use in the culture of sugarcane. The use of silicates in powder and granulated NPK fertilizers at planting, it becomes unfeasible due to segregation of fertilizers. This study aimed to evaluate the effect of pelletized basic slag application with NPK fertilization in plant cane and ratoon cane.

Two trials were implemented with sugarcane ratoon and two with plant cane in partnership with Usina Santa Helena, located in the city of Nova Andradina, Mato Grosso do Sul State, Brazil. Both experiments with plant cane as with cane ratoon were conducted in B and D environments. The use of granulated slag applied in the furrow at planting of sugarcane over loamy-sand soil (environment B) increased productivity in cane and the ratoon plant as well. However, in general, it was ineffective in environment D (sandy soil).

*Index terms: slag, silicon, nutrient, fertilizer, productivity, pelleting, *Sacharum officinarum*.*

Introdução

Trabalhos de pesquisa no Brasil e em outros países mostram os benefícios diretos que os fertilizantes silicatados podem ter sobre a cana-de-açúcar (MATICHENKOV; CALVERT, 2002). Considerando o aspecto nutricional da planta, o silício (Si) é o único elemento que não causa injúrias às plantas quando acumulado em excesso, em razão de suas propriedades de não dissociação em pH fisiológico e à polimerização (MA, 2005).

O resíduo, com quantidade variável de silício, formado a partir da fusão de metais é chamado de escória na indústria siderúrgica. Estas escórias consistem, basicamente, de silicatos de cálcio e magnésio. As características consideradas ideais para uma fonte de Si ser apropriada para uso na agricultura são: alto conteúdo de Si disponível para as plantas, boas propriedades físicas, facilidade na aplicação mecanizada, proporção e relação balanceada de Ca e Mg, nenhum potencial de contaminação dos solos por metais pesados, baixo custo e boa disponibilidade no mercado (PEREIRA; CABRAL, 2005). Em estudo de incubação com escória de aciaria e de alto-forno, Lima Filho e Silva (2007) mostraram efeitos significativos nas características químicas dos solos estudados.

Apesar do potencial de expansão na produção de escória agrícola para vários estados brasileiros, a produção desse insumo ainda é circunscrita a algumas poucas regiões do país, notadamente Minas Gerais. Esse fato limita o uso agrícola em outros estados, pelo maior custo no transporte, quando essa escória é utilizada como corretivo da acidez do solo. Como fonte de silicato e outros elementos essenciais minoritários, é possível aventar a possibilidade de uso da escória granulada e sua aplicação localizada no sulco de plantio ou na linha da cana-soca.

Solos tropicais e subtropicais, além daqueles arenosos, possuem, normalmente, baixos teores de silício disponível para as plantas. Lima Filho et al. (2005) mostraram a correlação positiva que existe entre o teor

de silício disponível para as plantas e a fertilidade natural dos solos. Solos continuamente cultivados, com exportação de nutrientes e sem a reposição de silício, também tendem a conter níveis insuficientes de silício solúvel para as plantas. Além disso, tem-se a perda de silício (dessilicatização) dos solos pela lixiviação (EPSTEIN, 1995). A expansão da cultura canvieira em Mato Grosso do Sul, em solos pobres e ou arenosos, propicia a maior probabilidade de aumento de produtividade, economicamente viável, com a adubação silicatada.

A cana-de-açúcar absorve e acumula mais silício em seus tecidos do que os demais nutrientes, sendo que a exportação de silício na cultura canvieira suplanta as demais plantas cultivadas (MATICHENKOV; CALVERT, 2002; SAVANT et al., 1999). Dados de literatura mostram aumentos na resistência a certas pragas e doenças, e estresses abióticos, como deficiência hídrica, baixas temperaturas, radiação UV-B e toxicidades por Fe, Al e Mn (MATICHENKOV; CALVERT, 2002; SAVANT et al., 1999). Rosseto et al. (2005), por exemplo, apresentaram resultados que sugerem que variedades de cana-de-açúcar com potencial mais alto de absorção de silício podem apresentar maior tolerância à seca.

A produtividade da cana-de-açúcar e a síntese de açúcar podem aumentar significativamente em consequência da aplicação de silicatos de cálcio na forma de escória de siderurgia. Trabalhos realizados há mais de 40 anos já demonstravam a viabilidade do uso do silicato de cálcio, na forma de escória de siderurgia, como fonte de silício para a cana-de-açúcar (AYRES, 1966; ROSS et al., 1974, citado por SAVANT et al., 1999). Aumentos de produtividade com a aplicação de silício têm sido observados em vários ensaios, como aqueles citados em Korndörfer et al. (2002) e Savant et al. (1999).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de escória de siderurgia (silicato de cálcio e magnésio) granulada, junto com a adubação NPK, na produção de cana-planta e cana-soca.

Material e Métodos

Cana-soca

Dois ensaios com cana-soca foram implantados em parceria com a Usina Santa Helena, localizada no Município de Nova Andradina, MS. Duas áreas foram selecionadas com ambientes pedológicos distintos: ambiente B (Fazenda Merem) e ambiente D (Fazenda Santo Antônio). Os critérios para classificação dos ambientes levam em consideração os aspectos físico-hídricos, químicos e morfológicos dos solos (PRADO, 2005). Por definição, no ambiente B o potencial de produtividade é alto, ao passo que no D a expectativa é de uma produtividade mediana a baixa. Na Fazenda Santo Antônio tem-se um Neossolo quartzarênico (RQ), com textura médio-arenosa a arenosa, ao passo que na Fazenda Merem o solo é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (LVe), com textura médio-argilosa.

Na Fazenda Merem, o ensaio foi implantado em 6 de agosto de 2008, em cana-soca, utilizando a cultivar SP81-3250, com aplicação de 500 kg do adubo 17-01-27 após a colheita da cana-planta, cinco doses de escória (zero; 100; 200; 400 e 600 kg ha⁻¹) e três repetições, perfazendo 15 parcelas. Cada parcela tinha 50 m de comprimento, espaçamento entrelinhas de 1,4 m e seis linhas, em um total de 420 m², num delineamento experimental de blocos ao acaso. A área útil total do ensaio era de 6.300 m². A primeira colheita, após a instalação dos tratamentos (segundo corte), ocorreu em 16 de setembro de 2009. Como o talhão queimou acidentalmente em fevereiro de 2010, foi colhido sem avaliação dos tratamentos. Em 13 de maio de 2010 foi realizada a segunda aplicação da escória. Em agosto de 2011 foi feita a segunda colheita do ensaio (quarto corte), com avaliação dos tratamentos (biometria e ATR).

Na Fazenda Santo Antônio, o ensaio foi implantado em 15 de agosto de 2008, em cana-soca, com a cultivar RB835486; foram aplicados 350 kg ha⁻¹ do adubo 17-01-27, cinco doses de escória (zero; 100; 200; 400 e 600 kg ha⁻¹) e três repetições, num total de 15 parcelas, após a

colheita da primeira soca (segundo corte) do canavial. Cada parcela tinha 50 m de comprimento, espaçamento entrelinhas de 1,0 m e seis linhas, em um total de 300 m², em delineamento estatístico de blocos ao acaso. A área útil total do ensaio era de 4.500 m². A primeira avaliação do ensaio foi realizada em 4 de agosto de 2009. Não foi aplicada escória na safra 2009/2010 (cana bisada), sendo avaliado o efeito residual do silicato em 12 de novembro de 2010.

Cana-planta

Em 2010, foi implantado o experimento com cana-planta (cultivar RB 867515) na Fazenda Santo Antônio (ambiente pedológico D). A sulcação e adubação foram feitas em 19 de julho, a aplicação do silicato no sulco e plantio da cana em 10 de agosto, utilizando aproximadamente 18 gemas por metro linear. Foram aplicados 480 kg ha⁻¹ do adubo 05-25-25. Cada parcela tinha seis linhas de 50 m, com espaçamento entre linhas de 1,5 m e área total de 450 m². Foram utilizadas cinco doses de escória granulada (zero; 200; 400; 800 e 1.200 kg ha⁻¹), com três repetições em blocos ao acaso. A colheita ocorreu em julho de 2011.

Outro ensaio com cana-planta (cultivar SP 81-3250) foi implantado em 19 de julho de 2010, na Fazenda São Manoel, em Latossolo Vermelho eutrófico (LVe), textura médio-argilosa (ambiente pedológico B). As parcelas consistiram de seis linhas de 50 m, 1,5 m entre linhas e área total de 450 m². A sulcação e adubação foram realizadas em 19 de julho, com 600 kg ha⁻¹ da fórmula 05-25-25, sendo a aplicação da escória em 20 de julho e o plantio da cana em 21 de julho. Foram utilizadas cinco doses de escória granulada (zero; 200; 400; 800 e 1.200 kg ha⁻¹), com três repetições em blocos ao acaso. A colheita foi realizada em julho de 2011.

As Tabelas 1 a 3 apresentam as análises químicas dos solos nas áreas de experimentação.

Tabela 1. Análise química inicial do solo da Fazenda Merem, Nova Andradina, MS, 2008.

Profundidade (cm)	pH água	pH CaCl ₂	Mg cmol _c dm ⁻³	S.B. cmol _c dm ⁻³	CTC Efetiva cmol _c dm ⁻³	M.O. g kg ⁻¹	Mn mg dm ⁻³	Zn mg dm ⁻³	Al cmol _c dm ⁻³
0-25	5,6	4,9	1,4	3,90	4,0	18,2	28,5	1,4	0,1
25-50	5,1	4,3	0,6	1,75	2,4	11,3	11,2	0,3	0,6
Profundidade (cm)	Ca cmol _c dm ⁻³	H + Al cmol _c dm ⁻³	K ⁺ cmol _c dm ⁻³	P Mehlich mg dm ⁻³	CTC cmol _c dm ⁻³	m %	V %	Cu mg dm ⁻³	Fe mg dm ⁻³
0-25	2,3	3,8	0,20	2,1	7,7	2	51	1,4	30,3
25-50	1,0	4,5	0,15	0,8	6,2	25	28	0,3	28,8

Tabela 2. Análise química inicial do solo da Fazenda Santo Antônio, Nova Andradina, MS, 2008.

Profundidade (cm)	pH água	pH CaCl ₂	Mg cmol _c dm ⁻³	S.B. cmol _c dm ⁻³	CTC Efetiva cmol _c dm ⁻³	M.O. g kg ⁻¹	Mn mg dm ⁻³	Zn mg dm ⁻³	Al cmol _c dm ⁻³
0-25	5,9	5,2	0,6	2,55	2,6	8,3	17,1	0,4	0,0
25-50	5,5	4,8	0,4	1,74	1,8	6,9	10,9	0,3	0,1
Profundidade (cm)	Ca cmol _c dm ⁻³	H + Al cmol _c dm ⁻³	K ⁺ cmol _c dm ⁻³	P Menhlich mg dm ⁻³	CTC cmol _c dm ⁻³	m %	V %	Cu mg dm ⁻³	Fe mg dm ⁻³
0-25	1,9	2,9	0,05	14,9	5,5	0	47	0,3	28,7
25-50	1,3	2,9	0,04	7,6	4,7	5	37	0,3	60,5

Tabela 3. Análise química inicial do solo da Fazenda São Manoel, Nova Andradina, MS, 2010.

Profundidade (cm)	pH água	Mg	S.B.	M.O.	Al	Ca	H + Al	K ⁺	P Resina
		c _c dm ⁻³	cl _c dm ⁻³	g kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	col _c dm ⁻³	col _c dm ⁻³	mg kg ⁻²
0-25	5,7	0,4	1,5	19	0,1	1,0	2,6	0,05	3
25-50	5,1	0,2	0,7	8	0,5	0,4	2,4	0,05	7
Profundidade (cm)	CTC	m	V						
	cmol _c dm ⁻³	%	%						
0-25	4,0	6	37						
25-50	3,8	43	17						

A Tabela 4 apresenta a composição média da escória de siderurgia utilizada na primeira adubação dos ensaios com cana-soca. Na cana-planta e na segunda adubação da cana-soca foi utilizada a escória cuja composição encontra-se na Tabela 5.

Tabela 4. Composição média da escória de siderurgia granulada utilizada na primeira adubação da cana-soca, em conjunto com a adubação NPK, nas áreas experimentais das fazendas Merem e Santo Antônio, Nova Andradina, MS.

FeO	MnO	SiO ₂	Al ₂ O ₃ %	CaO	MgO	C
17,0	3,87	10,54	0,20	38,44	9,08	0,20
S	P	P ₂ O ₅	Na ₂ O %	K ₂ O	TiO ₂	
0,070	0,600	1,374	0,05	0,05	0,21	

Tabela 5. Composição média da escória de siderurgia granulada utilizada na cana-planta e na segunda adubação da cana-soca em conjunto com a adubação NPK, nas áreas experimentais das fazendas Merem e São Manoel, Nova Andradina, MS.

FeO	MnO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO %	MgO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O
0,65	0,54	24,37	11,38	49,86	12,47	0,076	0,02	0,03

Avaliações

A produtividade foi mensurada por meio do método da biometria, através da contagem de colmos em 50 metros nas quatro linhas centrais das parcelas e do peso de 30 colmos (três feixes de 10 colmos colhidos sequencialmente), chegando-se à produtividade por hectare, conforme descrito por Acunha et al. (2014). A análise tecnológica, que avalia a qualidade da cana-de-açúcar, consistiu na determinação das seguintes variáveis agroindustriais: pureza, umidade, fibra, pol (sacarose aparente) e ATR (açúcares redutores totais). Foram realizadas três amostras simples por parcela, totalizando nove repetições por tratamento. As análises foram realizadas no laboratório industrial da Usina Santa Helena, em Nova Andradina, MS, segundo metodologia apresentada pela CONSECANA (CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2015). Os dados foram submetidos à análise de regressão (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Resultados e Discussão

Em todos os ensaios houve variação na produtividade de colmos, porém não ocorreu modificação nas características tecnológicas, não havendo necessidade da apresentação destes dados. Entretanto, optou-se por mostrar a produção total de açúcares por hectare, calculada a partir dos dados de açúcares totais recuperáveis por tonelada de cana (ATR), multiplicada pela produção de colmos industrializáveis (CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2015).

Cana-planta

A aplicação da escória granulada, no sulco de plantio de cana-planta em ambiente D (Fazenda Santo Antônio), diminuiu a produtividade de colmos (Figura 1a). De acordo com a dose, esse decréscimo variou de 19% a 22%. A diminuição na produção de açúcares seguiu a mesma tendência, com a queda variando de 17,5% a 21,2% (Figura 1b). No entanto, em cana-planta, no ambiente B (Fazenda São Manoel), houve resposta quadrática com aumento máximo de 13 t ha⁻¹ na produtividade de colmos, com a dose de 800 kg ha⁻¹ (Figura 2a). Na dose mais elevada (1.200 kg ha⁻¹), porém, houve diminuição de 11%. Até a dose de 800 kg ha⁻¹, o aumento na produção de açúcares foi linear (r=0,93), com variação positiva de 9% (Figura 2b).

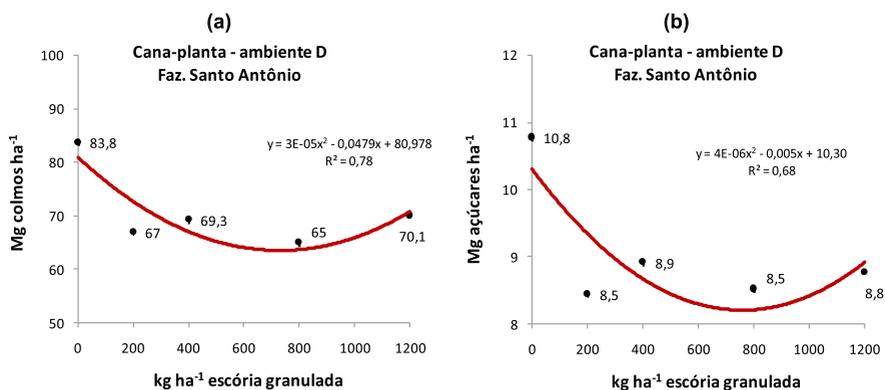


Figura 1. Produtividade de colmos (1a) e açúcares (1b) em cana-planta, com doses crescentes de escória de siderurgia granulada, aplicada junto com a adubação NPK (ambiente D). Usina Santa Helena, Nova Andradina, MS.

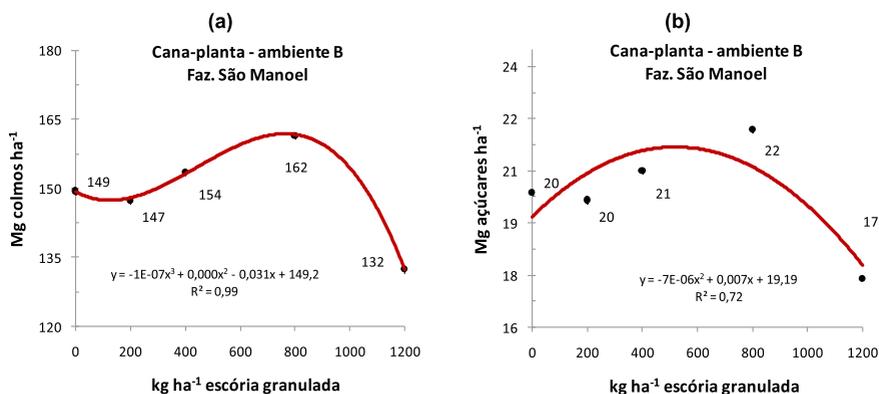


Figura 2. Produtividade de colmos (2a) e açúcares (2b) em cana-planta, com doses crescentes de escória de siderurgia granulada, aplicada junto com a adubação NPK (ambiente B). Usina Santa Helena, Nova Andradina, MS.

Cana-soca

A tendência observada em cana-planta, no ambiente D, também ocorreu no ensaio com cana-soca (Fazenda Santo Antônio), apenas na primeira colheita. A diminuição na produtividade variou de 6% a 23%, de acordo com a dose utilizada (Figura 3a), o mesmo ocorrendo com a produção de açúcares (Figura 3b).

No mesmo ensaio, avaliou-se o efeito residual dos tratamentos da primeira e única aplicação da escória, já que a cana-de-açúcar foi bisada. A dose mais elevada do silicato propiciou aumento de 10 t ha⁻¹ na produção de colmos, equivalente a um incremento de 7% em relação à testemunha (Figura 3c). No entanto, a quantidade total de açúcares recuperáveis por hectare aumentou 4,5% apenas na dose mais alta, permanecendo estável, e semelhante à testemunha nos demais tratamentos. (Figura 3d). A manutenção, ou mesmo o aumento na produção de colmos e açúcares, em cana bisada (ambiente D), pode estar relacionada ao decréscimo do efeito corretivo da escória ao longo do tempo, já que o efeito deletério do silicato pode estar ligado a uma calagem excessiva localizada.

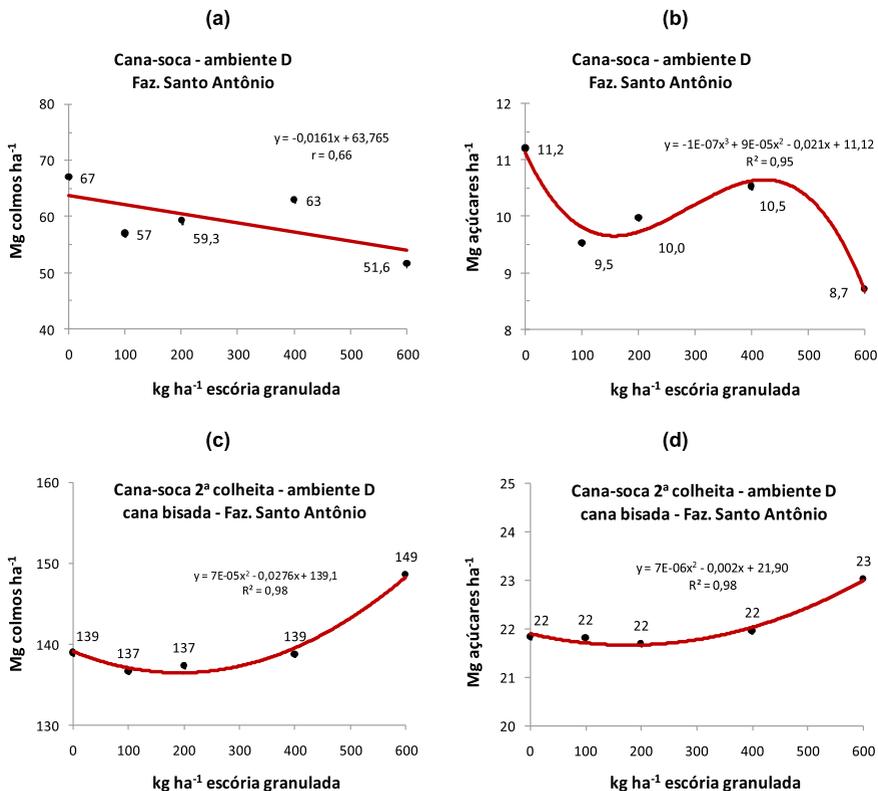


Figura 3. Produtividade de colmos (3a e 3c) e açúcares (3b e 3d) em cana-soca, com doses crescentes de escória de siderurgia granulada, aplicada junto com a adubação NPK (ambiente D). Usina Santa Helena, Nova Andradina, MS.

Na primeira avaliação da cana-soca em ambiente B (Fazenda Merem), o incremento na produtividade chegou a quase 24 t ha⁻¹, mais de 25% em relação à testemunha, com a dose de 200 kg ha⁻¹. Todos os demais tratamentos também foram superiores à testemunha, variando de 8% a 17% a mais na produtividade (Figura 4a). Valores similares também foram obtidos para a produção de açúcares (Figura 4b). Na colheita da segunda soqueira deste ensaio também foi observado aumento na produção de colmos. Este aumento variou de 7% a 11%, respectivamente nas doses de 400 kg ha⁻¹ e 600 kg ha⁻¹ (Figura 4c). Já o aumento no conteúdo de açúcares, nas duas doses citadas, foi de 7% (Figura 4d).

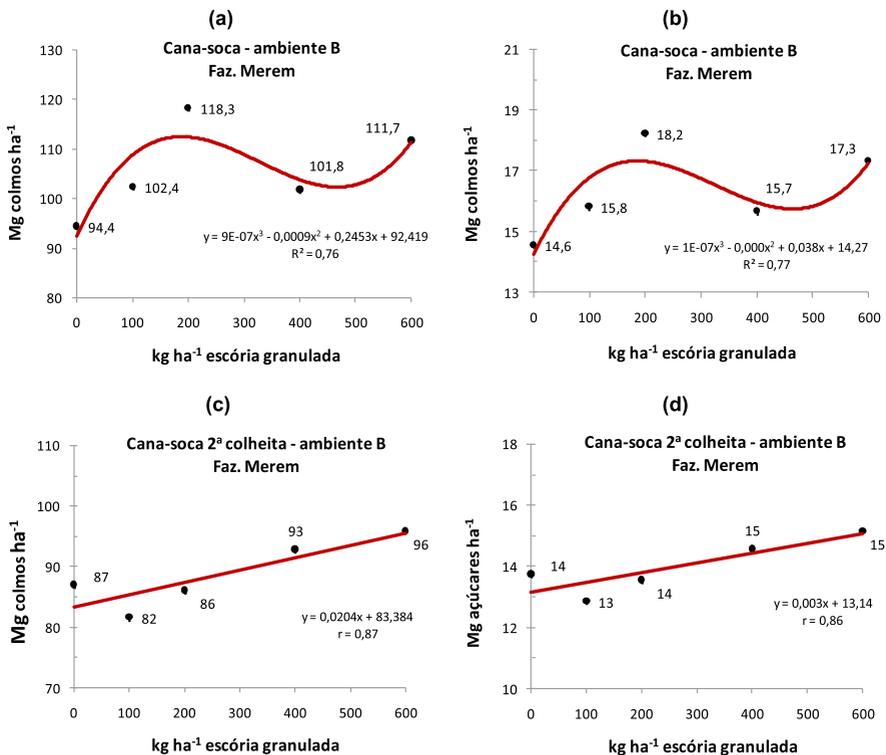


Figura 4. Produtividade de colmos (4a e 4c) e açúcares (4b e 4d) em cana-soca, com doses crescentes de escória de siderurgia granulada, aplicada junto com a adubação NPK (ambiente B). Usina Santa Helena, Nova Andradina, MS.

Para a produtividade de colmos e açúcares recuperáveis, houve tendência de aumento no ambiente B e diminuição em ambiente D. Em ambiente B, o aumento na produção de colmos foi de natureza quadrática em dois ensaios e linear em outro (Fazenda Merem, segunda colheita de cana-soca). A tendência quadrática, verificada em cana-planta na Fazenda São Manoel e na primeira colheita de cana-soca na Fazenda Merem, ocorreu pelo fato de doses mais elevadas do silicato terem diminuído a produção de massa verde e açúcares. No ambiente D o decréscimo foi linear na cana-planta e na primeira soqueira, porém com aumento quadrático na produtividade da segunda soqueira (cana-soca bisada após dois anos do tratamento).

A utilização de escória granulada visa maior facilidade no manejo da adubação silicatada, junto com a NPK. A vantagem da escória granulada é a sua facilidade de aplicação conjunta, porém tem a desvantagem de ter menor eficiência na disponibilização dos nutrientes, especialmente silício, em relação à forma em pó. Quanto menor a granulometria da escória, maior a sua eficiência de disponibilidade nutricional e de correção da acidez do solo (OLIVEIRA et al., 1994; PRADA NETO, 2009). Camargo et al. (2014) testaram o efeito da escória de siderurgia, em pó, aplicada no sulco de plantio em cana-de-açúcar, verificando que baixas doses do produto em solo arenoso podem trazer benefícios, como aumento de Si no solo e na planta, menor índice de danos causados pela broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) e maior produtividade.

As escórias de siderurgia normalmente aumentam a produtividade ao corrigir o pH do solo, em função da presença dos óxidos de Ca e Mg presentes em sua composição. A maioria dos trabalhos em cana-de-açúcar com escórias de siderurgia, com aplicação em área total, atestam o efeito corretivo na acidez do solo e o aumento da produtividade, como por exemplo em Demattê et al. (2011). Além da correção da acidez do solo, o aumento na produtividade é resultado de outros benefícios para a planta, atribuídos à fertilização silicatada, incluindo aumento na resistência a pragas e doenças, melhoria da arquitetura foliar, maior eficiência no uso da água e da fotossíntese e diminuição no potencial de toxidez mineral em solos com excesso de manganês e alumínio (ALVAREZ; DATNOFF, 2001; MATICHENKOV; CALVERT, 2002; MEYER; KEEPING, 2000; PRADO et al., 2003; SAVANT et al., 1999).

As doses mais baixas de escória de siderurgia, testadas nos solos médio-argilosos (ambiente B), foram favoráveis ao aumento da produtividade em cana-planta ou cana-soca. Entretanto, a aplicação de doses elevadas diminuiu a produção de colmos e, conseqüentemente, de açúcares. Na Fazenda São Manoel, em cana-planta, o tratamento com 800 kg ha⁻¹ foi o mais eficiente, porém com 1.200 kg ha⁻¹ a produtividade foi inferior à testemunha. Na Fazenda Merem, na primeira colheita da soca, as doses de 400 e 600 kg ha⁻¹ proporcionaram produtividades

inferiores à dose de 200 kg ha⁻¹. Já em solo arenoso (ambiente D), mesmo na dose mais baixa, houve decréscimo na produtividade, tanto em cana-planta como em cana-soca de primeira colheita. Entretanto, em cana bisada, houve efeito positivo com a dose mais elevada (600 kg ha⁻¹).

É fato reconhecido que silicatos solúveis ou parcialmente solúveis, como é o caso da escória de siderurgia, aumentam o pH do solo (HAVLIN et al., 2005). Aplicação excessiva de corretivos pode resultar em valores de pH altos, indesejáveis para um crescimento adequado das culturas. Os efeitos danosos de uma supercalagem incluem deficiência de cobre, ferro, manganês e zinco, menor disponibilidade de fósforo e menor absorção de boro. A ocorrência é mais comum em solos arenosos, por causa do baixo poder tampão e do teor reduzido de matéria orgânica, do que em solos argilosos (BRADY; WEIL, 2012). A realização de ensaios com doses de silicatos bem mais baixas, principalmente em solos leves, deve ser considerada. Também é relevante salientar que o sistema de colheita da cana sem queima e sem incorporação da palhada pode favorecer o uso de silicatos na correção do solo, já que o silicato de cálcio é 6,8 vezes mais solúvel que o carbonato de cálcio, favorecendo a correção da acidez em maior profundidade em relação ao calcário.

Conclusão

Cana-planta e cana-soca em solos médio-argilosos (ambiente B) foram responsivas à aplicação de silicato granulado na linha de plantio. Em doses mais elevadas, porém, o silicato ocasionou decréscimo na produtividade. Verifica-se neste trabalho, portanto, que o uso de escória de siderurgia granulada (silicato de cálcio e magnésio) aplicada na linha de plantio, tanto em cana-planta como em cana-soca, em ambiente B, é viável, com doses entre 600 e 800 kg ha⁻¹ para a máxima eficiência agronômica.

Em ambiente restritivo (D) (textura médio-arenosa a arenosa), houve efeito negativo na produtividade com a aplicação do silicato granulado na linha de plantio.

São necessários estudos de calibração de silício no solo e em cana-de-açúcar mais detalhados e abrangentes, considerando-se as especificidades dos ambientes edáficos, a fim de se obter doses de aplicação de silicatos com maior segurança e eficiência.

Referências

ACUNHA, J. G.; OLIVEIRA, R. A.; ZEVIANI, W. M.; PETERNELLI, L. A.; BESPALHOK FILHO, J. C.; DAROS, E. Suficiência amostral para a estimação da produção de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v. 44, n. 10, p. 1747-1754, out. 2014.

ALVAREZ, J.; DATNOFF, L. E. The economics of silicon for integrated management and sustainable production of rice and sugarcane. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier, 2001. p. 221- 239.

AYRES, A. S. Calcium silicate slag as a growth stimulant for sugarcane on low-silicon soils. **Soil Science**, v. 101, n. 3, p. 216-227, Mar. 1966.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 716 p.

CAMARGO, M. S.; KORNDÖRFER, G. H.; WYLER, P. Silicate fertilization of sugarcane cultivated in tropical soils. **Field Crops Research**, v. 167, p. 64-75, Oct. 2014.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de instruções**. 6. ed. Piracicaba, 2015. 81 p. Disponível em: <http://www.bioaroeira.com.br/wp-content/uploads/2015/12/Manual_Consecana_6_Edi%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2016.

DEMATTÊ, J. L. I.; PAGGIARO, C. M.; BELTRAME, J. A.; RIBEIRO, S. S. Uso de silicatos em cana-de-açúcar. **Informações Agronômicas**, n. 133, p. 7-12, mar. 2011.

EPSTEIN, E. Photosynthesis, inorganic plant nutrition, solutions, and problems. **Photosynthesis Research**, v. 46, n. 1/2, p. 37-39, Nov. 1995.

HAVLIN, J. L.; BEATON, J. D.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers**: an introduction to nutrient management. 7th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2005. 515 p.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Papel do silício na produção de cana-de-açúcar. **STAB**, v. 21, n. 2, p. 6-9, nov./dez. 2002.

LIMA FILHO, O. F.; MOLDES, C. A.; AZEVEDO, R. A.; GOMES JUNIOR, R. A.; ABDALLA, A. L.; TSAI, S. M. Biochemical responses of wheat under oidium attack in the presence of silicon under hidroponic conditions. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **[Proceedings...]**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2005. p. 142.

LIMA FILHO, O. F.; SILVA, W. M. Modificação de características químicas de três solos de Mato Grosso do Sul incubados com escória de aciaria. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Resumos expandidos...** Porto Alegre: UFRGS, 2007. 4 p. 1 CD-ROM.

MA, J. F. Silicon requirement for rice. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **[Proceedings...]**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2005. p. 52-61.

MATICHENKOV, V. V.; CALVERT, D. V. Silicon as a beneficial element for sugarcane. **Journal of the American of Sugarcane Technologists**, v. 22, p. 21-30, June 2002. Disponível em: <<http://www.assct.org/journal/JASSCT%20PDF%20Files/volume%2022/matichenkov.pdf>>. Acesso em: 21 junho 2016.

MEYER, J. K.; KEPPING, M. G. Review of research into the role of silicon for sugarcane production. In: CONGRESS OF THE SOUTH AFRICAN SUGAR TECHNOLOGISTS ASSOCIATION, 74., 2000, Durban. **[Proceedings...]**. Durban: South African Sugar Technologists Association, 2000. p. 29-40.

OLIVEIRA, A. C.; HAHNE, H.; BARROS, N. F.; MORAIS, E. J. Uso de escória de alto forno como fonte de nutrientes na adubação florestal. In: SEMINÁRIO SOBRE USO DE RESÍDUOS FLORESTAIS E URBANOS EM FLORESTAS, 1., 19994, Botucatu. **[Anais...]**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1994. p. 77-96.

PEREIRA, H. S.; CABRAL, N. B. Slag as silicon source: application criterion. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **[Proceedings...]**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2005. p. 92-100.

PRADA NETO, I. **Eficiência relativa de diferentes frações granulométricas de silicatos na correção da acidez do solo**. 2009. 38 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo**. 4. ed. Piracicaba, 2005. 281 p.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo na soqueira de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 2, p. 287-296, mar./abr. 2003.

ROSSETTO, R.; LIMA FILHO, O. F.; AMORIM, H. V.; TSAI, S. M.; CAMARGO, M. S.; MELONI, A. B. Silicon content in different sugarcane varieties. In: SILICON IN AGRICULTURE CONFERENCE, 3., 2005, Uberlândia. **[Proceedings...]**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2005. p. 134.

SAVANT, N. K.; KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H. Silicon nutrition and sugarcane production: a review. **Journal of Plant Nutrition**, v. 22, n. 12, p. 1853-1903, 1999.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., 2009, Reno. **[Proceedings...]**. [S.l.]: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.



Agropecuária Oeste

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 13728