



Extração de enxofre por variedades de cana-de-açúcar cultivadas em Latossolo da Chapada do Araripe tratado com Gesso⁽¹⁾

Henrique Soares de Albuquerque⁽²⁾; Alexandre Tavares da Rocha⁽³⁾; Fernando José Freire⁽³⁾; Renato Lemos dos Santos⁽⁴⁾;

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq. Parte da Dissertação do primeiro Autor, Bolsista CAPES, Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE; ⁽²⁾ Professor, Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Serra Talhada, Pernambuco; hsalbuquerque@gmail.com; ⁽³⁾ Professores; UFRPE – Unidade Garanhuns/ Sede-Recife, Pernambuco, alexandre.rocha@uag.ufrpe.br/f.freire@depa.ufrpe.br; ⁽⁴⁾ Professor, Instituto Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, Pernambuco.

RESUMO: A gessagem fornece cálcio e enxofre (S) ao solo e contribui para o desenvolvimento radicular das culturas, promovendo maior tolerância a eventos de estiagem. O objetivo do trabalho foi avaliar a extração de enxofre por variedades de cana-de-açúcar cultivadas em solos distróficos do semiárido tratados com o Gesso. Para tanto, conduziu-se um experimento de campo em um Latossolo Amarelo, em delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas, em arranjo fatorial de (3X2), ou seja, 3 variedades de cana-de-açúcar, em 2 condições de manejo do solo, com e sem a aplicação de gesso, com quatro repetições. As variedades de cana-de-açúcar testadas foram: RB867515, RB92579 e RB962962. Foram avaliados dois ciclos consecutivos. No final de cada ciclo, foram coletadas amostras da biomassa produzida para determinação dos teores S e da matéria seca produzida. Todas as análises químicas realizadas no trabalho, de solo e planta, seguiram os métodos propostos pela EMBRAPA. Com o produto do teor de enxofre na parte aérea da biomassa e a produção de matéria seca foi obtida a quantidade extraída de nutrientes pelas variedades de cana-de-açúcar. Os dados foram submetidos à análise da variância e para as variáveis cujos efeitos foram significativos, aplicou-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). O enxofre proporcionou diferenças significativa na cana-soca e a variedade de cana com maior extração do elemento foi a RB962962

Termos de indexação: Biomassa, semiárido, Gipsita.

INTRODUÇÃO

No Sertão do Araripe, Semiárido do Brasil, A Chapada do Araripe abrange uma extensão de 800 mil hectares, nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Ceará. De acordo com Jacomine (1996) na Chapada ocorre predominância dos solos com classes denominadas de Latossolos, 21% desses recobertos pela Caatinga. Estes solos são

profundos, bem drenados, predominantemente ácidos e quimicamente pobres.

O gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) tem sido a alternativa no fornecimento de cálcio e enxofre (CAÍRES, et al., 2002), na redução de teores de alumínio e manganês (ILLERA, et al. 2004), na redução da acidez em profundidade (QUAGGIO, 2000);, entre outros usos agrícolas e ambientais.

Do sertão do Araripe saem 95% de todo o gesso do país, obtido a partir da Gipsita, e parte dessa demanda é processada para comercialização em micro e pequenas empresas da região (SINDUGESSO 2012). Essa empresas são pequenas calcinadoras movidas a lenha, material que em muitos caso é oriundo da exploração ilegal da Caatinga (IBAMA, 2010).

Nesse contexto a cana-de-açúcar, que já serve de biomassa para suprir as termelétricas de Usina surge como alternativa no fornecimento de grandes quantidades de materiais ligno-celulósicos para a produção de energia, em substituição a lenha da caatinga.

Diante do exposto, objetivo do trabalho foi avaliar a extração de enxofre por variedades de cana-de-açúcar cultivadas para fins energéticos na Chapada do Araripe, em Latossolos distróficos tratados com o Gesso do Araripe.

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se, no período de janeiro a setembro de 2010, um experimento de campo na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em Araripina/PE, localizada nas coordenadas geográficas de 07° 27' 37" S e 40° 24' 36" W e altitude de 831 m, em um solo classificado como Latossolo Amarelo (Cavalcanti & Lopes, 1994). O clima é do tipo tropical semiárido, com chuvas de verão, tendo o período chuvoso início em novembro e término em abril; a precipitação pluvial no período foi de 350,2 mm.

Os atributos químicos e físicos do solo (Tabela 1) foram determinados em duas profundidades (0,0a 0,2 e 0,2 a 0,4 m), nas quais se determinaram o pH



(H₂O), pH (CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹), Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, Al³⁺, (H + Al), P, COT (carbono orgânico total), S-SO₄²⁻, capacidade máxima de adsorção de sulfato (CMAS) e P-remanescente (P-rem). Exceto o S-SO₄²⁻ disponível, a CMAS e o P-rem, que foram determinados segundo Alvarez V. et al. (2001), as demais análises seguiram o método da Embrapa (2009). A caracterização física do solo no que se refere a densidade do solo, densidade das partículas, condutividade hidráulica, capacidade de campo e ponto de murcha permanente, e indiretamente, a porosidade total foram realizadas de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997)

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo nas profundidades de 0,0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m na área do ensaio de campo na Estação Experimental de Araripina do Instituto Agrônomo de Pernambuco em Araripina/PE

Atributo	Profundidade (m)	
	0,0 – 0,2	0,2 – 0,4
pH _{água} (1:2,5)	4,85	4,54
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,95	0,30
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,68	0,38
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,14	0,09
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,23	0,24
P (mg dm ⁻³)	4,00	1,00
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,37	0,70
(H + Al) (cmol _c dm ⁻³)	3,74	3,27
T (cmol _c dm ⁻³)	2,37	1,71
MOS (g kg ⁻¹)	14,0	08,9
S-SO ₄ ²⁻ (mg dm ⁻³)	1,83	0,69
CMAS ² (mg g ⁻¹)	0,012	0,018
Argila (g kg ⁻¹)	136,38	133,97
Ds ³ (kg dm ⁻³)	1,43	1,41
PT ⁴ (%)	52,26	52,64
K ₀ ⁵ (m s ⁻¹)	1,81 x 10 ⁻⁵	2,58 x 10 ⁻⁵
U _{cc} ⁶ (Mg Mg ⁻¹)	0,13	0,13

¹Capacidade de troca de cátions; ²Capacidade máxima de adsorção de sulfato; ³ Densidade do solo; ⁴ Porosidade total; ⁵ Condutividade hidráulica em meio saturado; ⁶ Umidade na capacidade de campo

Tratamentos e amostragens

O delineamento estatístico adotado para o experimento foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com arranjo fatorial de (3X2), ou seja, 3 variedades de cana-de-açúcar, em 2 condições de manejo do solo, com e sem a aplicação de gesso, com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. As unidades experimentais foram compostas por 7 sulcos de 6 m

de comprimento e espaçados por 1 m, totalizando uma área de 42 m².

O calcário dolomítico foi aplicado na dose de 0,550 Mg ha⁻¹ e distribuído em área total das parcelas experimentais e incorporado com grades de discos. A dose foi calculada considerando-se a camada para correção de 0,0 a 0,2 m de profundidade e o cálculo da Necessidade de Calagem (NC) conforme o método da neutralização do Al trocável ou elevação dos teores trocáveis de Ca e Mg (IPA, 2008).

A aplicação da dose do gesso correspondeu a 0,495 Mg ha⁻¹, esta dose foi calculada para a camada de 0,2 a 0,4 m de profundidade a qual recebeu a referida dose de acordo com o resultado do cálculo da NC para esta camada, utilizou-se o método da neutralização do Al trocável ou elevação dos teores trocáveis de Ca e Mg.

As parcelas receberam adubação com nitrogênio N, P e K, recomendados de acordo com os resultados das análises químicas (Tabela 1), e de acordo com as Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco (IPA, 2008). Foram aplicados 300 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, 286 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo e 150 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. As variedades de cana-de-açúcar testadas foram a RB867515, RB92579 e RB962962.

No final de cada ciclo, aos 14 meses após o plantio e 12 meses após o primeiro corte, amostras da biomassa produzida (folhas + colmos) em parcela foram coletadas para a análises subseqüentes. Foi realizada digestão nítrico-perclórica das amostras biomassa e em seguida, foram determinados os teores S, por turbidimetria,. Com o produto do teor de enxofre na parte aérea da biomassa e a produção de matéria seca foi obtida a quantidade extraída de nutrientes pelas variedades de cana-de-açúcar.

Análise estatística

Os dados das variáveis de planta foram submetidos à análise da variância (ANOVA) pelo teste F (p ≤ 0,05). Nas variáveis cujos efeitos principais e, ou, interação foram significativos, aplicou-se o teste de comparação de médias de Tukey (p ≤ 0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na cana planta os teores de S, não foram influenciados pela aplicação de gesso (tabela 2). Por outro lado, os teores de enxofre, previsto nas faixas de suficiência na mesma ordem de grandeza do P, situaram em valores médios bastante superiores ao de P no experimento (0,23 -0,27 g.kg⁻¹), provavelmente pela adição de S via sulfato de amônio utilizado na adubação nitrogenada,



conforme destacado por Santos et. al. (2012) em trabalho com capim elefante realizado na mesma área.

No ciclo cana soca os resultados foram semelhantes à cana planta, exceto para os teores de S nas plantas que, neste caso, responderam interespecificamente a gessagem (Tabela 2). Mesmo sendo observado em valores menores que na cana planta, redução de 15%, na cana soca os maiores teores de enxofre foram encontrados nas variedades cultivadas nas parcelas submetidas à gessagem, 0,84 g. kg⁻¹, em média. Esse resultado pode ser consequência dos teores residuais do elemento aplicado no primeiro ano, dissociado do cálcio, no tempo, ou ainda, pelo melhor desenvolvimento radicular das variedades cultivadas no ambiente corrigido.

Rocha et. al.(2008), assim como apresentado em outros trabalhos com gesso agrícola, constatou efeitos positivos da aplicação de gesso sobre a elevação dos teores de Ca e S em profundidade, bem como a ação da gessagem na expansão do sistema radicular da cana-de-açúcar em profundidade. As variedades que se destacaram em relação à absorção de enxofre foram a RB867515 e a RB962962.

No que se refere à extração de nutrientes pela cultura (kg.ha⁻¹) no ciclo de cana-planta (Tabela 2), não foi observada resposta significativa aos ambientes com ou sem gesso, tampouco diferenças expressivas entre os teores extraídos entre as variedades testados, possivelmente motivados pelos elevados coeficientes de variação encontrados.

No ciclo de cana soca, a adição de gesso influenciou significativamente a extração de S pelas variedades, elevando as médias de extração 7,9 kg.ha⁻¹. As diferenças encontradas entre o valores de S acompanharam as diferenças observados para os teores exportados motivados pela presença de quantidades residuais de S no solo oriundas da aplicação do gesso no primeiro ano e disponibilizadas com o decorrer do tempo.

CONCLUSÕES

A gessagem é importante para a manutenção dos teores foliares de enxofre em cultivos sucessivos de cana-de-açúcar nos Latossolos da Chapada do Araripe.

A variedade RB962962 foi a variedade com a maior capacidade de extração de enxofre entre as variedades testadas

REFERÊNCIAS

CAIRES, E. F.; FELDHAUS, I. C.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J. Lime and Gypsum application in the wheat crop. *Sciencia Agrícola*, v.59, n. 2, p. 357-364, 2002.

CAVALCANTI, A.C.; LOPES, O.F. **Condições edafoclimáticas da Chapada do Araripe e viabilidade de produção sustentável de culturas**. Brasília, Embrapa, 1994. 42p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes** / editor técnico, Fábio Cesar da Silva. - 2. Ed. ver. ampl. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solos. 2ª ed.** Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS, 2010 Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/publicadas/mais-recursos-para-a-caatinga-enfrentar-mudancas-climaticas>>. Acesso em: dez. 2012.

ILLERA, V. GARRIDO, F.; VIZCAYNO, C.; GARCÍA-GONZALEZ, M. T. Field application of industrial by-products as Al toxicity amendments: chemical and mineralogical implications **European Journal of Soil Science**, v. 55, p.681-692. 2004

INSTITUTO AGROMÔMICO DE PERNAMBUCO -IPA coord. CAVALCANTI, F.J.A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 3.ed. Recife, IPA , 2008. 212p

JACOMINE, P. K. T. **Solos sob caatingas – características e uso agrícola**. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (eds.) O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável. Viçosa, MG: SBCS; UFV, DPS, 1996. p. 95-111

ROCHA, A. T.; OLIVEIRA, A. C.; RODRIGUES, A. N.; JÚNIOR, M. A. L.; FREIRE, F. J. Emprego do gesso mineral na melhoria do ambiente radicular da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 307-312, 2008.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE GESSO DO ESTADO DE PERNAMBUCO (SINDUSGESSO), 2012 Disponível em: <<http://www.sindusgesso.org.br>> Acessado em jan., 2012.



Tabela 2. Teor de enxofre na parte aérea (g kg^{-1}) e extração de enxofre (kg ha^{-1}) por variedades de cana-de-açúcar na presença (c/) e ausência (s/) de gesso aos 14 meses após plantio (ano 1) e aos 12 meses após 1º corte (ano 2), respectivamente, média, análise da variância e coeficiente de variação das variáveis.

Fator	Enxofre		Média	Enxofre		Média
	c/gesso	s/gesso		c/gesso	s/gesso	
Ano 1						
Variedades	----- g kg^{-1} -----			----- kg ha^{-1} -----		
RB867515	1,09	1,08	1,08a	18,86	19,18	19,02a
RB92579	0,96	0,87	0,91a	20,54	18,86	19,70a
RB962962	0,87	0,83	0,85a	21,85	24,73	23,29a
Média	0,97A	0,93A		20,42A	20,92A	
		F			F	
Variedades		3,89 ^{ns}			0,36 ^{ns}	
Gesso		0,72 ^{ns}			0,05 ^{ns}	
Variedade*gesso		0,22 ^{ns}			0,33 ^{ns}	
C.V. Parcela		18,12			51,95	
C.V. Sub-Parcela		13,45			27,05	
Ano 2						
Variedades	----- g kg^{-1} -----			----- kg ha^{-1} -----		
RB867515	0,97	0,80	0,88a	12,27	6,71	9,49a
RB92579	0,70	0,66	0,68b	4,84	4,02	4,43a
RB962962	0,86	0,77	0,81a	9,22	7,23	8,22a
Média	0,84A	0,74B		8,78A	5,99B	
		F			F	
Variedades		16,68*			5,01 ^{ns}	
Gesso		17,32*			7,46*	
Variedade*gesso		2,88 ^{ns}			1,95 ^{ns}	
C.V. Parcela		8,89			45,05	
C.V. Sub-Parcela		7,14			33,89	