

EFEITO DE ESCÓRIA DE SIDERURGIA E GESSO NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR E PRODUTIVIDADE DA CANA PLANTA E CANA-SOCA

Elenilton Lessa Silva Dos Santos^{1*}, Paulo Ricardo Aprígio Clemente², Adenilton Cicero dos Santos Silva¹, André Lucas Januário Silva¹, João Raphael Lima Avelino¹, Claudiana Moura dos Santos³ Jhulyanne Christiny Marcelino dos Santos², Laurício Endres⁴

1. Estudantes de IC do Centro de Ciências Agrárias, da UFAL
2. Estudantes de pós-graduação do Centro de Ciências Agrárias, da UFAL
3. Pesquisadora do Centro de Ciências Agrárias da UFAL
4. CECA-UFAL - Fisiologia Vegetal / Orientador

Resumo:

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo, com cerca de 694,5 milhões de toneladas na safra 2016/2017. Entretanto esta sofre com períodos de déficit hídrico, afetando seu crescimento e desenvolvimento. Objetivou-se com o estudo avaliar o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular e produtividade da cana-de-açúcar sob aplicação de escória de siderurgia ao gesso na cana-soca. O experimento foi conduzido em área agrícola da Usina Capricho. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. Houve incremento de 15% no rendimento do colmo e de 17% no do açúcar quando utilizado a dose de 4 Mg há⁻¹ em relação ao tratamento controle. A aplicação de escória juntamente com gesso no plantio proporcionou maior alocação de biomassa para as raízes de cana-de-açúcar nos dois ciclos de cultivo.

Palavras-chave: Biomassa, Déficit hídrico, *Saccharum officinarum*

Apoio financeiro: CNPq.

Introdução:

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo com aproximadamente 9,1 milhões de hectares de área plantada e com produção total estimada na safra 2016/2017 de 694,5 milhões de toneladas, que serão esmagadas e transformadas em 39,8 milhões de toneladas de açúcar e 27,9 bilhões de litros de etanol. (CONAB, 2016).

A produtividade média da cana-de-açúcar brasileira é considerada baixa quando comparada com o seu potencial biológico, que pode ultrapassa 300 t ha⁻¹ (Landell, 2008). Dentre os vários fatores que interferem na baixa produção, as condições climáticas merecem destaque, principalmente períodos de déficit hídrico que comprometem diretamente o crescimento e desenvolvimento das culturas (Clemente et al., 2017).

Dentre as várias práticas agrônômicas utilizadas para mitigar o efeito do déficit hídrico em plantas e que merece destaque é o uso de silício (Crusciol et al., 2009). O aumento da tolerância a seca e aumento de produtividade com a aplicação de silício nas culturas agrícolas pode estar relacionado com o aumento do sistema radicular. A aplicação de Silicato de cálcio disponibiliza o cálcio em camadas mais profundas do solo e melhora as propriedades físico-químicas das camadas subsuperficiais do solo, favorecendo o crescimento do sistema radicular no perfil do solo (Souza et al. 2007).

Outro fator que corrobora para baixo rendimento, são os efeitos de acidez do solo ligados à presença de Al⁺³ em concentrações tóxicas, além dos baixos teores de cátions de caráter básico, como Ca⁺², Mg⁺² e K⁺ principalmente nas camadas subsuperficiais do solo (Souza et al. 2007), que afetam diretamente o sistema radicular da cana e seu potencial produtivo. O gesso, por sua vez, tem sido a alternativa por melhorar a distribuição das raízes em profundidade e propiciar às plantas o aproveitamento de maior volume de água e nutrientes, principalmente em épocas de estiagem (Souza et al. 2007).

Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular e produtividade da cana-de-açúcar sob aplicação de escória de siderurgia associado ao gesso na cana-planta e cana-soca.

Metodologia:

A pesquisa foi conduzida à campo sob as coordenadas geográficas 9° 25' S e 36° 06' W. O solo da região é o Neossolo Flúvico de textura média com relevo plano. O clima dominante na região é tropical chuvoso com verão seco (As'), com precipitação média anual de 1309,9 mm (KOFFLER et al., 1986). A temperatura média na região é de 25°C, apresentando máxima de 30°C e mínima de 20°C. A precipitação média acumulada durante a condução do estudo foi de 1691 e 928 mm no primeiro e segundo ano de cultivo, respectivamente. Antecedendo a implantação do experimento foi feita a análise química (Tabela 1) em três profundidades ao longo do perfil nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, realizada de acordo com a metodologia da EMBRAPA (2009).

Tabela 1. Caracterização química e física do solo (Cajueiro, AL, 2011).

Depth (cm)	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	K	Al	H+Al	CTC	P	Fe	Cu	Mn	Zn	V	m	SOM.
		----- cmolc dm ⁻³ -----					----- mg dm ⁻³ -----					-- % --	dag kg ⁻¹		
0-20	5.3	2.1	2.0	0.08	1.0	4.5	8.71	6.0	196.5	0.7	13.1	1.0	48.3	19.2	2.98
20-40	4.9	1.1	0.3	0.07	1.4	5.1	6.61	1.0	138.3	0.6	1.9	0.2	22.8	48.1	1.91
40-60	4.9	0.8	1.2	0.06	1.2	4.2	6.30	1.0	104.3	0.7	0.7	0.1	333	36.3	2.28

A caracterização do gesso, apresentou 45,86% de CaO, 20,30% de S e 19,18% de umidade em sua composição de acordo com a metodologia da EMBRAPA, (EMBRAPA 2009). A fonte de escória de siderurgia adotada foi do Agro Silício, derivado da produção de aço inox.

O silício utilizado no experimento foi classificado como dolomítico e as porcentagens passantes nas peneiras ABNT 10, ABNT 20 e ABNT 50 foram 100, 99,9 e 71,4 respectivamente.

A aplicação da escória de siderurgia foi realizada de forma a proporcionar uma distribuição uniforme no fundo do sulco de plantio. O gesso, por sua vez, foi aplicado em cobertura na área total, quando os sulcos já se encontravam fechados.

A adubação utilizada no plantio foi de 600 kg ha⁻¹ da formulação 08-22-20, baseada no resultado da análise de solo coletado antes da instalação do experimento. Aos 150 dias após o plantio (DAP) houve a aplicação de 60 mm de água via sistema de irrigação por aspersão.

Após 470 dias após o plantio (DAP) foi realizada a colheita do primeiro ciclo da cana-de-açúcar, em seguida foi realizada uma adubação de cobertura com 500 kg ha⁻¹ da formulação 14-00-18. Aos 410 dias após a colheita (DAC), foi efetuada a colheita do segundo ciclo.

Resultados e Discussão:

A produtividade de colmos (TCH) e do açúcar (TPH) não foi influenciada pela aplicação da escória de siderurgia e do gesso no primeiro ciclo. A falta de resposta pode ser atribuída ao alto vigor da cana-de-açúcar de primeiro ciclo pelo uso da reserva do tolete de muda. Além disso, na cana-planta a condição hídrica não foi restrita o que favoreceu o crescimento da cultura. Resultados semelhantes foram encontrados por Leite et al. (2008), que avaliaram fontes de silicato de cálcio no rendimento agrícola e análise tecnológica da cana-de-açúcar em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

O rendimento de colmos (TCH) e do açúcar (TPH) aumentaram linearmente em função das doses de escória de siderurgia no ciclo de cana-soca (Figura 1). Nesse ciclo, a condição hídrica foi restrita, com menos precipitação pluviométrica comparada ao ciclo de cana-planta. Ocorreu incremento no TCH da ordem de 15% na dose extremo (4 Mg ha⁻¹) em relação ao controle (Figura 1). Esse aumento na produtividade da cana no segundo ano de cultivo está diretamente ligado ao efeito residual da escória de siderurgia (Korndörfer et al. 2000).

O acréscimo da TPH foi da ordem de 17% comparado a dose de 4 Mg ha⁻¹ em relação ao tratamento controle (Figura 1). Resultado semelhante foi encontrado por Ayres (1966) no Havaí, que observou incremento de 22% na produção de açúcar, utilizando 6,2 t ha⁻¹ de silicato de cálcio.

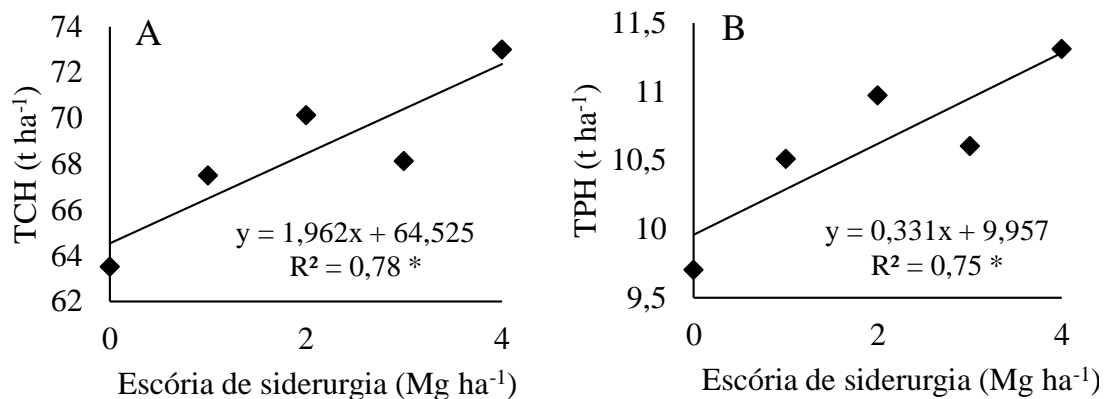


Figura 1. Produtividade de colmos (A) e do açúcar (B) da cana-soca em função da aplicação de silicato de escória de siderurgia.

A massa seca de raízes foi afetada pela aplicação de gesso e escória, havendo interação entre os tratamentos no primeiro ano de cultivo (Figura 2). A aplicação de escória de siderurgia, gesso e escória + gesso causou um aumento de massa de raiz de 16, 42 e 80% na cana-planta e de 5, 31 e 41% na cana-soca em relação às plantas controle, respectivamente (Figura 2).

Embora o sistema radicular da cana-planta tenha sido influenciado pela aplicação de escória de siderurgia e gesso, a produtividade não foi afetada. Isso ocorreu devido a condição climática não terem sido restritivas quanto a disponibilidade hídrica, ou seja, o efeito de maior crescimento de raiz em profundidade não foi decisivo para manutenção da produtividade.

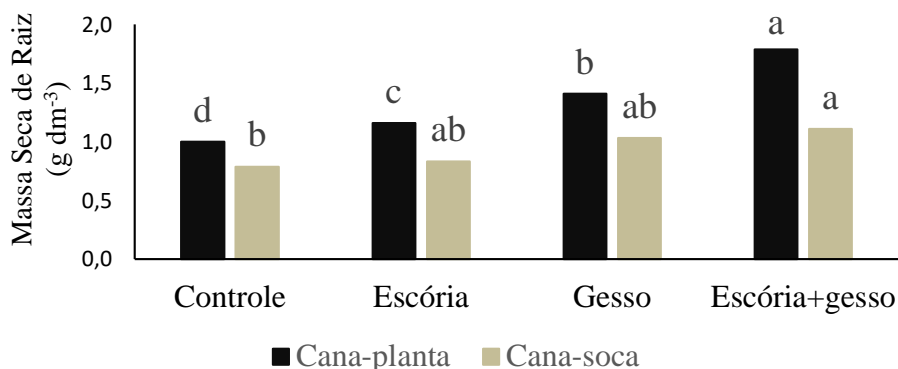


Figura 2. Massa seca de raiz por volume de solo em função dos tratamentos aplicados, no ciclo de cana-planta e cana-soca.

Nota: Médias sobrescritas por letras distintas diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

A aplicação de escória e de gesso possibilita maior aprofundamento do sistema radicular e promove maior exploração do volume de solo e maior extração de água e nutrientes pela cana-de-açúcar (Morelli et al. 1992). Os resultados encontrados no presente estudo corroboram com Rocha et al. (2008), que avaliaram o desenvolvimento do sistema radicular da variedade de cana-de-açúcar SP78-4764 em função dos tratamentos: controle, calcário, gesso e calcário + gesso e observaram que houve aumento na massa seca de raiz, apresentando uma porcentagem maior em relação aos tratamentos controle e calcário isolado.

A massa seca de raízes foi influenciada diferentemente conforme a profundidade pela presença de escória de siderurgia e gesso nos dois ciclos avaliados (Figura 3). Na cana-planta os efeitos dos insumos sobre o crescimento das raízes foram mais pronunciados entre 40 e 60 cm de profundidade, com aumento de 76, 176 e 333% de massa de raiz em relação às plantas controle com a aplicação de silício, gesso e silício + gesso, respectivamente. Já na camada mais superficial, entre 0 e 20 cm de profundidade, esse aumento do sistema radicular foi de 13, 31 e 65% nas mesmas condições.

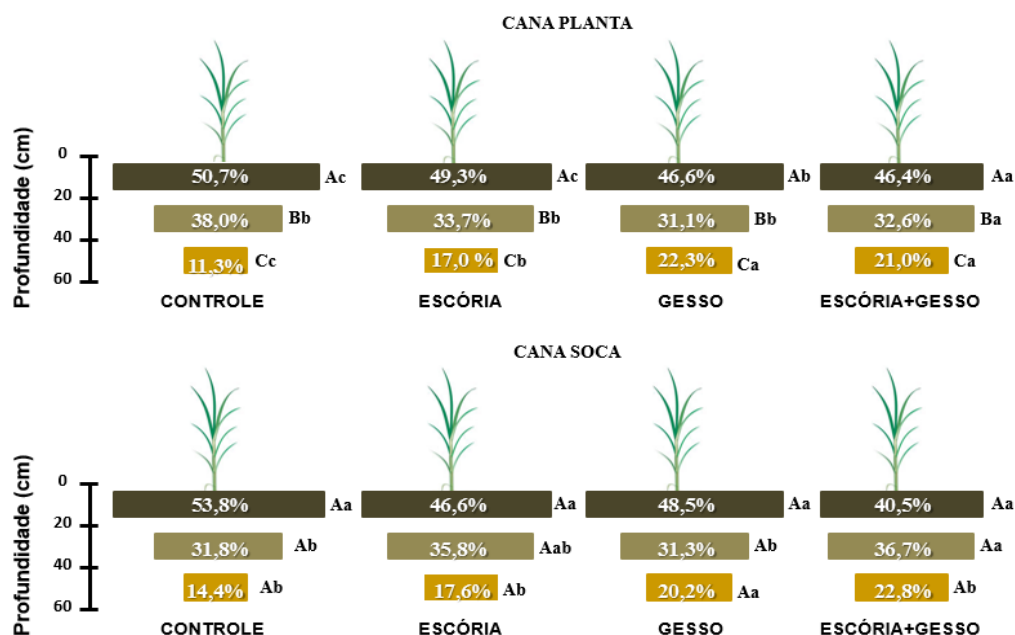


Figura 3. Distribuição relativa de raízes da cana-planta e cana-soca em função da aplicação de escória de siderurgia e gesso, Cajueiro, AL, 2011 e 2012.

Nota: Médias sobrescritas por letras iguais, tanto para os tratamentos dentro das profundidades (letras minúsculas), como para as profundidades dentro dos tratamentos (letras maiúsculas), não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

O maior incremento de massa de raiz em função do silício + gesso em todas as profundidades ressalta a importância da combinação desses insumos no desenvolvimento do sistema radicular. Souza et al. (2007) ressalta que as combinações desses insumos proporcionam para as plantas de cana-de-açúcar maior exploração do ambiente edáfico e, conseqüentemente, melhor aproveitamento do uso da água e de nutrientes, haja vista

que a escória no solo atua como corretivo de acidez além de fornecer cálcio e magnésio em superfície (Alcarde, 1992). Enquanto que o gesso agrícola, devido à sua maior solubilidade e mobilidade no solo, permite que a cultura desenvolva melhor o sistema radicular, e explore maior volume de solo (Morelli et al., 1992; Rocha et al. 2008).

Nas condições do Nordeste brasileiro, Sampaio et al. (1987), concluíram que 75% da massa de raízes da cana-de-açúcar encontravam-se nos primeiros 20 cm do perfil do solo, mostrando assim a má distribuição das raízes ao longo do perfil do solo. Costa et al. (2007) ao comparar uma cultivar de cana-de-açúcar em sequeiro que apresenta distribuição radicular mais uniforme com uma que não apresenta tal característica, observou que a cultivar com distribuição radicular menos uniforme obteve menor produção de colmos. Portanto a adição de escória de siderurgia e gesso podem ser uma opção para melhorar o crescimento e distribuição do sistema radicular da cana nessas condições.

Conclusões:

A escória de siderurgia e gesso não tiveram efeitos sobre a produtividade da cana-planta. No entanto, na cana-soca a produtividade do colmo e do açúcar aumentaram com a aplicação de escória de siderurgia.

A aplicação de escória juntamente com o gesso no plantio proporcionou maior alocação de biomassa para as raízes de cana-de-açúcar nos dois ciclos de cultivo, havendo também melhor distribuição das mesmas no perfil do solo.

Referências bibliográficas

- ALCARDE, J.C. Corretivos da acidez dos solos: Características e interpretações técnicas. 2 ed. São Paulo, ANDA, 1992. 26p. (Boletim Técnico, 6)
- AYRES, A.S. Calcium silicate slag as a growth stimulant for sugarcane on lowsilicon soils. **Soil Science**, v.101, p.216-227, 1966.
- CLEMENTE, P.R.A.; BEZERRA, B.K.L.; SILVA, V.S.G.; SANTOS, J.C.M.; ENDRES, L. Root growth and yield of sugarcane as a function of increasing gypsum doses. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.47, p.110-117, 2017.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. Primeiro Levantamento, abril/2016.
- COSTA, M.C.G.; MAZZA, J.A.; VITTI, G.C.; JORGE, L.A.C. Distribuição radicular, estado nutricional e produção de colmos e de açúcar em soqueiras de dois cultivares de cana-de-açúcar em solos distintos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1503-1514, 2007.
- CRUSCIOL, C.A.C.; PULZ, A.L.; LEMOS, L.B.; LIMA, G. Effects of silicon and drought stress on tuber yield and leaf biochemical characteristics in potato. **Crop Science**, v.49, p.949-954, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa 2009.
- Jaboticabal: Multipress, 2006. p. 17-30.
- KOFFLER, N.F. **Caracterização edafo-climática das regiões canavieiras do Brasil**. 1ª ed. IAA-PLANALSUCAR, Piracicaba, 78p, 1986.
- KORNDÖRFER, G.H.; BENEDINI, M.; PAULA, F.B.; CHAGAS, R.C.S. Cimento como fonte de silício para a cana-de-açúcar. **Revista STAB**, v.19, p.30-33, 2000.
- LANDELL, M. G. A. et al. Potencialidade de novas variedades de cana-de-açúcar. In: MARQUES, M. O. et al. (Orgs.). Tópicos em tecnologia sucroalcooleira.
- LEITE, G.M.V.; ANDRADE, L.A.B.; GARCIA, J.C.; ANJOS, I.A. Efeitos de fontes e doses de silicato de cálcio no rendimento agrícola e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, cultivar SP80-1816. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1120-1125, 2008.
- MADEIROS L.B.; VIEIRA, A.O.; NETO, J.D.; BELTRÃO, N.E.M.; AQUINO, B.F. Influência da escória siderúrgica sobre a produtividade e crescimento da cana-de-açúcar irrigada. **Engenharia Ambiental**, v.5, p.192-202, 2008.
- MORELLI, J.L.; DALBEN, A.E.; ALMEIDA, J.O.C.; DEMATTÊ, J.L.I. Calcário e gesso na produtividade da cana de açúcar e nas características químicas de um Latossolo de textura média Álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.16, p.187-194, 1992.
- ROCHA, A.T.; OLIVEIRA, A.C.; RODRIGUES, A.N.; JUNIOR, M.A.L.; FREIRE, J.F. Emprego do gesso do Araripe na melhoria do ambiente radicular da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, p.307-312, 2008.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Eficiência de utilização de ureia - 15N por cana-planta e três socas em tabuleiro costeiro de Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4., 1987, Olinda. Anais... Olinda: STAB, 1987. p. 46-49.
- SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. **Acidez do solo e sua correção**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Cap.5, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, Viçosa, Brasil. p.205-274, 2007.