

# INFLUÊNCIA DA ESCÓRIA SIDERÚRGICA SOBRE A PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA

**Lúcio Bastos MADEIROS (1); Andréia de Oliveira VIEIRA (2); Felipe Cesar Marques TUPINAMBÁ (3); José Antonio Campos de MELO (4); Lorrana Priscila BARBOSA SILVA (5)**

(1) IFAL; Campus Marechal Deodoro; R. Lorival Alfredo, Poeira, Marechal Deodoro/AL, CEP: 57.160-000;  
e-mail: [lucioagron@gmail.com](mailto:lucioagron@gmail.com)

(2) IFMT; Campus Campo Novo do Parecis; Rod. MT 235, Km 12, Campo Novo do Parecis/MT, CEP: 78360-000;  
e-mail: [andreiaagronomia@hotmail.com](mailto:andreiaagronomia@hotmail.com)

(3) UFPI/UNISINOS; Av. Mirtes Melão, 5793, Gurupi, Teresina/PI; Cep: 64090-095,  
e-mail: [felipe\\_tupinamba@yahoo.com.br](mailto:felipe_tupinamba@yahoo.com.br)

(4) IFMA; Campus São Luis-Maracanã; Av. dos Curiós, s/n, Vila Esperança, São Luís/MA, CEP: 65095-460;  
e-mail: [cataventostornado@ig.com.br](mailto:cataventostornado@ig.com.br)

(5) IFMA; Campus São Luis-Maracanã; Av. dos Curiós, s/n, Vila Esperança, São Luís/MA, CEP: 65095-460;  
e-mail: [lorranaprisila@hotmail.com](mailto:lorranaprisila@hotmail.com)

## RESUMO

O experimento foi conduzido em São Sebastião-AL. Utilizando o solo ARGISSOLO ACINZENTADO distrófico, cultivou-se cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). Objetivaram-se avaliar a influência da escória siderúrgica e diferentes lâminas de irrigação sobre a produtividade e o crescimento da cana-de-açúcar. Utilizou-se o esquema em faixa com fatorial de 5x5 em blocos casualizado, sendo cinco doses de escórias siderúrgicas 0, 1, 2, 3 e 4 toneladas por hectare e cinco lâminas de água de 14,1; 9,5; 5,2; 2,3 e 0,0 mm h<sup>-1</sup> com quatro repetições. Avaliou-se comprimento, diâmetro médio, número de colmos, peso médio do colmo e peso da cana-de-açúcar. A aplicação de 15,92 e 9,84 milímetros de água por hectare resultou no maior comprimento e diâmetro com valores de 141,44 cm e 22,91 cm, respectivamente. Aplicações 2,12; 3,17 e 2,78 toneladas de escórias por hectare resultaram nos maiores comprimento, diâmetro e número de colmos de cana-de-açúcar com valores 154,29 cm, 22,97 cm e 266 colmos, respectivamente. Produziram-se oitenta e nove toneladas de cana-de-açúcar por hectare com uma aplicação de 1233 mm ha<sup>-1</sup> de água no solo, sendo assim, a aplicação de escória siderúrgica no solo e irrigação aumentaram a produtividade e o crescimento da cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** *Saccharum officinarum*, silício, lâmina de água

## 1 INTRODUÇÃO

A crise energética mundial levou o Brasil a investir maciçamente na produção de álcool. Ecologicamente, sabe-se que o álcool é uma molécula biodegradável, o que contribui para minimizar a poluição ambiental gerada por outras fontes de energia como o petróleo.

O desenvolvimento de novas pesquisas com a cultura da cana-de-açúcar torna-se eminente para o Brasil, caso o mesmo queira se consolidar como líder mundial na importação e exportação de biocombustíveis como o etanol, que pode ser extraído desta cultura e gerar milhões de empregos no campo e na cidade.

Estas pesquisas também buscam a economia de água e o aproveitamento das escórias siderúrgicas que, outrora, estavam sendo utilizadas como aterros ao invés de estarem sendo utilizadas como produto para a correção e fertilização do solo o que contribui para a preservação da natureza, pois se trata de um produto ecológico.

A justificativa mais evidente de que novos estudos devem ser realizados com a cana-de-açúcar é o fato de o Brasil precisar aumentar, nos próximos anos, seis vezes mais a sua área cultivada com a cultura atualmente caso pretenda abastecer, apenas, cinco por cento do mercado mundial de álcool combustível. Em termos de renda, a atividade poderá envolver uma quantia de US\$ 30 bilhões anuais e a geração de cinco milhões de empregos. Há estimativas, que o país poderá produzir 50 % da necessidade do mercado mundial de álcool (CORTEZ, 2007).

A irrigação se faz necessário na região Nordeste, pois a cultura da cana-de-açúcar sofre grandes quedas de produtividade quando não há irrigações suplementares nos períodos de estiagens, no entanto, deve-se buscar formas de melhorar o aproveitamento da água irrigada e, neste sentido, adicionando-se escórias siderúrgicas forma-se uma camada de silício na folha e, conseqüentemente, uma menor transpiração, com isso, redundando em economia de água e menores custos finais.

As escórias siderúrgicas são resíduos da metalurgia do ferro, através de processamento em altas temperaturas, geralmente acima de 1900°C. Neste processo, uma carga composta por minério de ferro (hematita  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), limonita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ou magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), carvão coque e um fundente, calcário ( $\text{CaCO}_3$ ) é introduzida na parte superior do forno e, através da ação térmica, é obtido o ferro-gusa e a escória. O Brasil é um dos maiores produtores de ferro e, com isso, da escória de siderurgia. Devido a uma grande quantidade de escórias produzidas pelas siderúrgicas, esse material poderia estar sendo aproveitado na agricultura, no entanto, sua maior quantidade é utilizada como aterro ou despejadas em locais impróprios (ADATIA; BESFORD, 1986).

Dada a importância econômica, social e ambiental do setor sucroalcooleiro para o Nordeste, objetivou-se avaliar a influência da escória siderúrgica e diferentes lâminas de irrigação sobre a produtividade e o crescimento da cana-de-açúcar.

O elemento silício ainda não foi aceito como essencial para os vegetais, porque a sua função ainda não foi bem esclarecida (EPSTEIN, 1999). Entretanto, mesmo não sendo essencial para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, a sua absorção traz inúmeros benefícios para algumas espécies de plantas, principalmente gramíneas como uma maior resistência a patógenos, melhorias no estado nutricional e maior eficiência fotossintética das gramíneas (EPSTEIN, 1994; FARIA, 2000; MARSCHNER, 1995).

A adubação com silício tem aumentado e sustentado a produção de massa verde e grãos em algumas espécies de gramíneas, tais como arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milho e aveia (ELAWAD, STREET, GASCHO, 1982; KORNDÖRFER et al, 1999; MA, MIYAKE, TAKAHASHI, 2001).

A absorção de silício pelas plantas a partir da solução do solo dá-se de forma passiva, com o elemento acompanhando a absorção da água, como ácido monossilícico,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  (JONES, HANDRECK, 1967; TISDALE et al, 1993, citado por MAUAD et al, 2003).

A água absorvida é perdida através da transpiração e o silício é acumulado nos tecidos das plantas. O mesmo é depositado principalmente na parede celular, aumentando a rigidez das células (ADATIA; BESFORD, 1986).

As células epidérmicas ficam mais grossas e com um grau maior de lignificação e/ou silicificação, formando uma barreira mecânica ao ataque de fungos e insetos. Quando a concentração de silício na planta aumenta, o ácido monossilícico é polimerizado (YOSHIDA, 1965).

Essa concentração de silício na epiderme das folhas aumenta a rigidez da parede celular, proporcionando uma melhor arquitetura da planta, deixando as folhas mais eretas e, com isso, aumentando a interceptação de luz solar e a taxa fotossintética. Quanto maior a fotossíntese realizada, maior a produção de matéria seca (MARSCHNER, 1995).

Os efeitos positivos do silício em situações de estresses climático e mineral têm sido comprovados e revisados na literatura (DATNOFF; SNYDER; KORNDÖRFER, 2001).

A produtividade da cana-de-açúcar e a síntese de açúcar podem aumentar significativamente devido à aplicação de silicatos de cálcio na forma de escórias. Na safra de 2006, pesquisadores da Universidade Federal de Uberlândia realizaram cerca de oito experimentos voltados estritamente à avaliação da produtividade em diferentes culturas.

Substitui-se apenas o calcário pelo silicato, todos, sem exceção, apresentaram respostas superiores às das testemunhas, onde foi aplicado o calcário. Seguindo esta mesma linha de pesquisa, Pimentel (2010), obteve produtividade superior a 25 % em relação à testemunha, demonstrando que esta superioridade deve ser atribuída ao silício, uma vez que a equivalência de cálcio e magnésio nas fórmulas de silicato comparado ao calcário foi às mesmas.

Prado e Fernandes (2000) avaliaram, comparativamente, escória de siderúrgica com calcário no crescimento inicial da cana-de-açúcar, durante os primeiros seis meses após a emergência das plântulas, produção de matéria seca da parte aérea e perfilhamento desta cultura.

Os resultados indicaram que o calcário e a escória de siderúrgica foram semelhantes em termos de nutrição (macronutrientes) e de produção de matéria seca da parte aérea da cana-de-açúcar (RB72454) em dois cortes. Nesta mesma linha de pesquisa, Madeiros (2004) realizou estudos com escórias e com a mesma cultivar em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, também em casa de vegetação, com isto, a aplicação de silício aumentou significativamente nas concentrações foliares de Si, N, Ca e Mn enquanto que as concentrações foliares de S, P, Fe diminuíram com o aumento na dose de silício aplicada no solo.

No Brasil, o uso de silicato como adubo é, inclusive, ecologicamente aceito para o uso na agricultura orgânica, conforme consta na legislação brasileira, no decreto de número 4.954, de 14 de janeiro de 2004 que regulamentou a lei 6.894, de 16 de dezembro de 1980, segundo Lima Filho (2010).

Objetivaram-se avaliar a influência da escória siderúrgica e diferentes lâminas de irrigação sobre a produtividade e o crescimento da cana-de-açúcar.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida com a cultivar RB92579 de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), com uma produtividade média, na região de Alagoas, de 85,00 t ha<sup>-1</sup>; é uma cana média tardia e de alta adaptabilidade (NASCIMENTO; MENTA, 2007).

Esta cultivar foi desenvolvida pelo Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar do Estado de Alagoas, cujos professores e pesquisadores da Universidade Federal de Alagoas vêm realizando o maior e melhor sequenciamento genético da cana-de-açúcar do mundo (BARBOSA, 2007). Segundo a GAZETA RURAL (2007), esta cultivar também se destaca como a de maior produção industrial e é hoje a mais plantada no Estado de Alagoas.

O experimento foi conduzido na Fazenda Paraíso - S.A., localizada no município de São Sebastião – AL, distante 130 km de Maceió. A área onde foi conduzido o experimento possui características de um ARGISSOLO ACINZENTADO distrófico (EMBRAPA, 2005). O preparo do solo foi de forma convencional (2 arações e 1 gradagem).

O experimento foi realizado em faixas constituídas de 20 fileiras espaçadas 1,0 m, comprimento de 50,0 m e com uma área total de 5.000 m<sup>2</sup>. Tal experimento possuiu cem amostras, em uma fatorial de 5 x 5, sendo cinco lâminas de água e cinco doses de escórias de siderúrgica, com quatro repetições e cada amostra de vinte e quatro metros quadrado. Todas as faixas receberam adubação, após análise química do solo, de fundação e duas coberturas uma aos 45 e outra aos 60 dias após a emergência das plantas.

Todos os adubos foram distribuídos no solo de forma manual. Para o plantio foram utilizados rebolos com quatro gemas cada. O controle de plantas espontâneas foi realizado com aplicações de herbicidas e os demais tratos culturais obedeceram às práticas cotidianas adotadas pela própria fazenda.

A localização das faixas em sentido perpendicular à linha de aspersores permitiu a obtenção de diferentes lâminas aplicadas, proporcionando, dessa forma, diferentes níveis de irrigação. Os aspersores, espaçados de 18 m, foram operados a uma pressão variando entre 20 e 40 m.c.a, produzindo um diâmetro molhado de 40,0 m. O aspersor usado foi do tipo ZE-30, provido de bocais com diâmetros internos de 14 x 5 mm e pressão de 40 mca, apresentando lâminas de 14,1; 9,5; 5,2; 2,3 e 0,0 mm h<sup>-1</sup> em média, determinados pelos pluviômetros instalados a cada dois metros e meio, a partir da linha de aspersores.

A aplicação de água foi realizada por aspersão, utilizando-se o sistema de aspersores em linha (HANKS et al., 1976, e citado por GOMES FILHO e TAHIN, 2002). Os aspersores utilizados foram de duas e meia polegadas (DSF, 2003), deslocando-se este aspersor a cada dezoito metros com recobrimentos de 50 % a cada deslocamento, para que se possam aplicar as lâminas nos tratamentos de irrigação pré-estabelecidos.

A irrigação foi complementar, tendo em vista que, no município de São Sebastião-Al, o ano de 2007 deve uma precipitação total de 1226 mm, considerando-se chuvas de 20 de fevereiro a 2 de outubro bem distribuídas, inclusive a cima da média que é de 1139 mm por ano, conforme Cunha e Millo (1984). A irrigação complementar se deu apenas, de 26 de março a 22 de abril de 2007 com quatro aplicações e turnos de rega a cada sete dias, sendo assim, totalizou-se uma irrigação de 0,0; 9,2; 20,8; 38,0 e 56,4 mililitros nos cinco tratamentos, somando-se com a quantidade precipitada ficaram 1282,4; 1264; 1246,8; 1235,2; 1226 mm. A colheita da cana crua para semente foi realizada no dia 2 de outubro e foi realizada manualmente.

A altura da planta foi determinada medindo seu comprimento desde o solo até o último colmo desenvolvido. O diâmetro foi medido com paquímetro na região central do comprimento da cana-de-açúcar. Além destas variáveis, quantificou-se o número de colmos, peso médio do número de colmos bem como o peso da cana-de-açúcar e em cada amostra, retirou-se a medida de dez canas.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Conforme se observa na Tabela 1, a lâmina de água provocou efeito sobre comprimento e diâmetro médio da cana-de-açúcar, e também o efeito interativo significativo da quantidade de água com a escória aplicada no solo, no entanto, o efeito isolado da escória siderúrgica resultou variação sobre comprimento, diâmetro médio, número de colmos e peso médio da cana-de-açúcar.

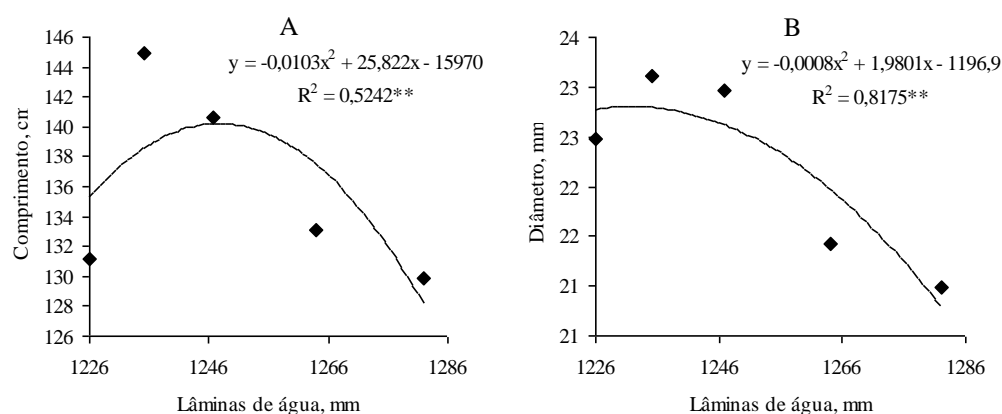
**Tabela 1 - Análises de variâncias de comprimento, diâmetro médio, número de colmos, peso médio da cana-de-açúcar, cultivar RB92579**

Causa de variação	GL	Quadrado médios			
		Comprimento	Diâmetro médio	Número de colmos	Peso da cana-de-açúcar
Blocos	3	137,12	4,04	6250,33	998,41
Escórias	4	7563,93**	19,02**	19270,19**	3378,11*
Resíduo a	12	92,53	1,49	3476,94	869,10
Lâminas	4	852,76**	17,89**	677,56 <sup>ns</sup>	233,04 <sup>ns</sup>
Resíduo b	12	76,50	0,56	869,38	366,56
Escórias x	16	940,48**	4,33**	1481,06 <sup>ns</sup>	225,94 <sup>ns</sup>
Lâminas					
Resíduo c	48	64,16	1,48	1267,32	178,03
Total corrigido	99				
CVa (%)		7,08	5,51	24,27	37,71
CVb (%)		6,43	3,37	12,14	24,48
CVc (%)		5,89	5,48	14,66	17,08

\*/\*\* F significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente. ns=não significativo

Observa-se ainda que quantidades maiores que três toneladas de escórias por hectare promoveram menores valores de comprimento, diâmetro médio, número de colmos e peso médio da cana-de-açúcar o que demonstra que aplicação de quantidades excessivas de escórias no solo pode prejudicar o crescimento e o desenvolvimento da cana-de-açúcar.

Na Figura 1. A e B, observa-se o efeito da quantidade de água aplicada e precipitada sobre comprimento e diâmetro médio da cana-de-açúcar com valores máximos de 214 cm e 28,34 mm, respectivamente, com aplicações de 1254; 1237,2 mm ha<sup>-1</sup>, respectivamente, representando um ganho de 8 cm e 0,14 mm, o que equivale a 3,8 e 0,4 % em relação à testemunha. A pouca necessidade de irrigação complementar reflete a boa quantidade de água precipitada no ano de 2007 para o município de São Sebastião – Al, no entanto, os quatro turnos de rega aplicados com a cana-de-açúcar aos quarenta dias pós-germinação, houve aumento no comprimento e diâmetro médio.



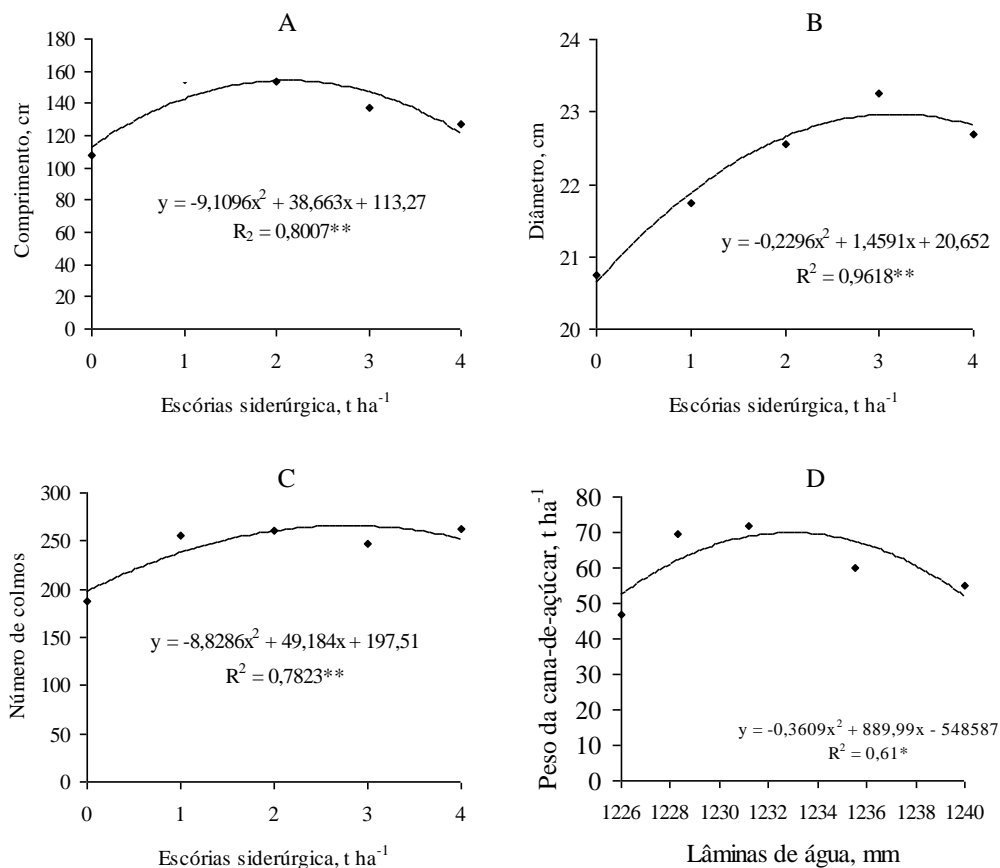
**Figura 1 - Efeito da lâmina de água aplicada sobre comprimento (A) e diâmetro médio (B) da cana-de-açúcar**

As maiores médias absolutas de comprimento, diâmetro médio e número de colmos da cana-de-açúcar, foram obtidos com funções quadráticas com valores de 154,29 cm, 22,94 mm e 266 colmos, respectivamente, com a aplicação de 2,12; 3,18 e 2,79 toneladas de escórias siderúrgicas por hectare (Figura 2.A, B e C). Estes resultados corroboram com Prado e Fernandes, (2001) que obtiveram aumento no número de colmos devido à aplicação de escórias siderúrgica.

Na Figura 2.D, O maior peso da cana-de-açúcar foi de 98,37 toneladas por hectare quando se aplicou 1233 mililitros de água no solo enquanto que o tratamento que não levou irrigação pesou 80,61 toneladas por hectare isto equivale a um aumento de 17,76 toneladas de cana-de-açúcar por hectare ou 22 % em relação ao

tratamento sem irrigação. O ganho de peso da cana-de-açúcar também foi verificado por Elawad; Gascho e Street (1982) na cana planta e soca.

Deve salientar a importância de não aplicar quantidades maiores que três toneladas por hectare para as condições do município de São Sebastião – Al, pois o excesso na quantidade de escórias aplicada no solo promove alterações de toxidez ou mesmo efeito de diluição de elementos essenciais e a presença interativa do silício nesta gramínea e com isso, promover reações metabólicas indesejáveis e conseqüentemente, menores crescimento e produtividade da cana-de-açúcar.



**Figura 2. Comprimento (A), diâmetro (B) e número de colmos (C) em função da das aplicações de escórias siderúrgica e peso (D) da cana-de-açúcar em função das lâminas de água**

#### 4 CONCLUSÕES

Aplicações 2,12; 3,17 e 2,78 t ha<sup>-1</sup> de escórias resultaram nos maiores comprimento, diâmetro e número de colmos de cana-de-açúcar com valores 154,29 cm, 22,97 mm e 266 colmos, respectivamente.

O maior peso da cana-de-açúcar foi de 98,37 t ha<sup>-1</sup> quando se aplicou 1233 mm de água enquanto que o tratamento que não levou irrigação pesou 80,61 t ha<sup>-1</sup> equivalendo a 22 % a menos em relação a cana que foi irrigada.

A aplicação de escória no solo com irrigação aumentou a produtividade e o crescimento da cana-de-açúcar no município de São Sebastião – Al.

## 5 REFERÊNCIAS

- ADATIA, M. H.; BESFORD, R. T. The effects of silicon on cucumber plant grown in recirculating nutrient solution. **Annals of Botany**. London, v. 58, p. 343-351, 1986. [s.n.].
- BARBOSA, G. V. S. Tendência do Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar. **XXIV Simpósio da Agroindústria da Cana-de-açúcar de Alagoas**. 2007.
- BRASIL. Decreto nº. 4.954, de 14 de janeiro de 2004. Regulamenta a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura. In: SENADO FEDERAL. **Legislação Republicana Brasileira**. Brasília, 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/\\_Ato2004-2006/2004/Decreto/D4954.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D4954.htm)>. Acesso em: maio de 2010.
- CORTEZ, L. Produção de etanol precisará aumentar 12 vezes. **PROCANA**. Disponível em: <[http://www.procana.com.br/conteudo/noticia.asp?area=Producao&secao=Exclusivas&ID\\_Materia=25909](http://www.procana.com.br/conteudo/noticia.asp?area=Producao&secao=Exclusivas&ID_Materia=25909)>. 2007>. Acesso em: nov. de 2007. Campina Grande – Pb.
- CUNHA J. B. da; MILLO J. L. **Dados climatológicos básicos do Nordeste**: visão preliminar. Recife: SUDENE, 56p. 1984
- DATNOFF, L. E., SNYDER, G. H., KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in Agriculture**. Studies in plant Science. Amsterdam: Elsevier, 2001. 403p.
- DSF (Dusseldorp Skills Forum). **How Young People Are Faring**. Sydney. 2003.
- ELAWAD, S. H., STREET, J. J.; GASCHO, G. J. 1982. Response of sugarcane to silicate source: and rate. I. Growth and yield. **Agronomy Journal**. 74(3):481-484.
- ELAWAD, S. H.; S. H. GASCHO, G. J.; STREET, J. J. Response of sugarcane to silicate source and rate. i. growth and yield. **Agronomy journal**. v. 74, p. 74, p. 481-3, 1982.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 2005. 212p.
- EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America**. v.91, p.11-17, 1994.
- EPSTEIN, E. Silicon. **Annual review of plant physiology and plant molecular Biology**. n. 50, p. 641-664, 1999.
- FARIA, R. J. **Influência do silicato de cálcio na tolerância do arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo**. 2000. 47f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- GAZETA RURAL. **Em busca de soluções para a RB92579**. Maceió, 20 de fevereiro, p. A12. 2007.
- GOMES FILHO, R. R., TAHIN, J. F. Respostas fisiológicas de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata*, L.). eretos e decumbentes a diferentes níveis de irrigação. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, v. 56, n. 1-4, 2002. [s.n.].
- HANKS, R. J., KELLER, J., RASMUSSEN, V. P., WILSON, G. D. Line source sprinkler for continuous variable irrigation - crop production studies. **Soil Science Society American Proceedings**. v. 40, p. 426-9, 1976.

JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plant, and animals. **Advances in Agronomy**. New York, v. 19, p. 107-149, 1967.

KORNDÖRFER, G. H.; COELHO, N. M.; SNYDER, G. H.; MIZUTANI, C. T. Avaliação de métodos de extração de silício para solos cultivados com arroz de sequeiro. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. v. 23, n. 1, p. 101-106, 1999.

LIMA FILHO, O. F. Na soja também. **Revista Panorama Rural**. Ano 8. n. 98. Disponível em: <<http://www.panrural.com.br>>. Acesso em: maio de 2010. São Luis – MA. 34p.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATNOFF, L. E., SNYDER, G. H., KORNDÖRFER, G. H. Silicon in Agriculture. **Studies in Plant Science**. Amsterdam: Elsevier, 2001. v. 8, p. 17-39.

MADEIROS, L. B. **Influência do silício sobre a nutrição mineral, trocas gasosas e produção de biomassa de plantas de cana-de-açúcar cultivadas em solo franco-arenoso**. 2004. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

MAUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSCIOL, C. A. C.; CORRÊA, J. C. Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. ISSN 0100-0683 v. 27 n. 5 Viçosa. 2003. [S.l.].

PIMENTEL, M. S. Na soja também. **Revista Panorama Rural**. Ano VIII. n. 98. Disponível em: <<http://www.panrural.com.br>>. Acesso em: maio de 2010. São Luis - MA. p. 32-33.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

NASCIMENTO, D.; MENTA, P.; Conjuntura - Alagoas superando limites. Disponível em: <<http://www.ideaonline.com.br/ideanews/ideanews.asp?cod=40&sec=2>>. Acesso em: fev. de 2007.

PRADO, R. de M.; FERNANDES, F. M. escória de siderúrgica e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso. **Scientia Agrícola**. v. 57, p. 739-744, 2000. [S.l.]. [s.n.].

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Resposta da Cana-de-Açúcar à aplicação da escória de siderurgia como corretivo da acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 25: 199-207, 2001.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BESTON, J. D; HAULIN, J. L. **Soil fertility and fertilizers**. New York, Editora MacMillan Publishing Co. Columbus, Ohio. 1993. 634p.

YOSHIDA, S. Effect of silica and nitrogen supply on some leaf characters of the rice plant. **Plant Soil**. v. 31, p. 48-56, 1965. [S.l.]. [s.n.].