



AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS GENÉTICOS DA CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA À ADUBAÇÃO COM SILÍCIO E AO ESTRESSE HÍDRICO

Mariana Cabral Pinto¹; João de Andrade Dutra Filho²

RESUMO

A cana-de-açúcar é uma cultura de relevada importância econômica, e caracteriza-se por apresentar diferentes subprodutos que vão desde a indústria energética até a de alimentação. A demanda hídrica da cultura é de 1.500 a 2.500 mm água bem distribuídos ao longo de seu ciclo, em regiões onde a falta desse recurso é recorrente é necessário adotar-se estratégias para minimizar a perda de água pela planta. O uso de adubação silicatada tem sido vista como uma solução para a redução do estresse hídrico em algumas culturas, inclusive a cana-de-açúcar. Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho de variedades comerciais de cana-de-açúcar sob diferentes doses de silício e níveis de água. O ensaio foi conduzido no Campus de Universidade Federal de Campina Grande- UFCG em Pombal-PB durante 90 dias, foi utilizado o esquema fatorial triplo com duas variedades (RB92579 e RB867515), dois níveis de água (50 % e 100 % da capacidade de água do solo) e doses de silicato de potássio (0,0 L, 3L e 4L de K_2SiO_3), três repetições e delineamento em blocos casualizados. A aplicação foliar de silício, na forma de silicato de potássio, contribuiu para o desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar. Os tratamentos com 0L de K_2SiO_3 e 3L de K_2SiO_3 foram os que apresentaram os melhores resultados.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum* L.), déficit hídrico, silicato.

ABSTRACT

Graduando (a) em <Agronomia>, <UAGRA>, UFCG, <Pombal>, PB, e-mail: cabralpmariana@gmail.com
²<Genética> - <UFRPE>. <Doutor>, <UAGRA>, UFCG, <Pombal>, PB, e-mail: joaodutrafilho7@gmail.com

Sugarcane is a culture of outstanding economic importance and is characterized by different by-products ranging from the energy industry to the food industry. The water demand of the crop is 1,500 to 2,500 mm water well distributed throughout its cycle, in regions where the lack of this resource is recurrent it is necessary to adopt strategies to minimize the loss of water by the plant. The use of silicate fertilizers has been seen as a solution for the reduction of water stress in some crops, including sugarcane. Therefore, the objective of this work was to evaluate the performance of commercial varieties of sugarcane under different rates of silicon and water levels. The experiment was conducted at Campina Federal University Campina Grande (UFCG) in Pombal-PB for 90 days. It was used the triple factorial scheme (RB92579 and RB867515), two water levels (50% and 100% of the water capacity of the soil) and doses of potassium silicate (0.0 L, 3L and 4L K₂SiO₃), three replicates and randomized block design. Foliar application of silicon, in the form of potassium silicate, contributed to the development of sugarcane plants. The treatments with 0L of K₂SiO₃ and 3L of K₂SiO₃ were the ones that presented the best results.

Key words: Sugarcane, Water deficit, Silicon.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é típica de climas tropicais e subtropicais. No Brasil, há indícios de que o cultivo da cana-de-açúcar seja anterior à época do descobrimento, o cultivo em extensão, contudo, se deu posteriormente, com a criação de engenhos e plantações com mudas trazidas pelos portugueses (SEGATO, et al., 2006).

É uma cultura com elevado valor econômico, sendo relevante para a produção agrícola nacional. Segundo dados do IBGE (2016) a produção nacional foi 798.636.167 toneladas em 10.161.622 hectares. No Brasil a região mais produtora é a Sudeste. No Nordeste a safra 2015-2016 concentrou 54.402 toneladas por hectare sendo os estados mais produtores Alagoas, Pernambuco e Paraíba, respectivamente (CONAB, 2015).

A relevância da cana de açúcar é decorrente de sua múltipla utilidade, sendo empregada *in natura*, sob a forma de forragem para alimentação animal, como

também matéria prima para a fabricação de melado, rapadura, aguardente, açúcar e álcool. Além disso, seus resíduos possuem grande importância econômica, pois o vinhoto e a torta são transformados em adubo, e o bagaço em combustível (CAPUTO et al., 2008).

Devido à região Nordeste não apresentar alta produtividade da cana-de-açúcar, a busca pela utilização de material genético adaptado as condições climáticas é fator primordial para incremento na produção. O setor canavieiro possui vasta variabilidade genética devido os programas de melhoramento genético, em busca de materiais que apresentem características de interesse para a agroindústria canavieira (SOUZA et al., 2012). A avaliação, identificação e indicação de genótipos promissores de cana-de-açúcar são de fundamental importância para o desenvolvimento da cultura (VERISSIMO et al., 2012).

Alguns trabalhos relatam o estudo do comportamento da cana-de-açúcar em diferentes ambientes avaliando também a variabilidade genética, dentre eles podemos citar (LUI et al., 2011; SOUZA et al., 2012, VERISSIMO et al., 2012), no entanto novas variedades estão sendo lançadas e o estudo das mesmas implica em detalhes relevantes para o agronegócio.

As plantas em condições de campo estão constantemente expostas a estresses bióticos ou abióticos, as quais podem sofrer interações negativas que podem afetar significativamente o rendimento da cultura. Os principais fatores abióticos responsáveis pela redução da produtividade em diversas espécies são deficiência hídrica, alagamento, baixas e altas temperaturas, salinidade. No entanto a deficiência hídrica é considerada a principal causa da redução da produtividade agrícola no mundo. (MARQUES, 2013).

O silício é considerado elemento útil ou benéfico para as plantas (Malavolta, 1980; Marschner, 1995) e segundo Epstein (1999), plantas em ambiente enriquecido com silício diferem das cultivadas com deficiência do elemento, principalmente, quanto à composição química, resistência mecânica das células, características de superfície foliar, tolerância ao estresse abiótico e a ocorrência de pragas e doenças (BOTELHO, et al., 2005).

Segundo Farias (2000), as plantas adubadas com Si tornam-se mais eficientes quanto a capacidade de absorção da luz solar e de realizar fotossíntese. Além disso,

o Si pode aumentar a resistência das plantas ao estresse hídrico. Quanto maior o teor de Si no tecido foliar, maior a sua tolerância a falta de água no solo.

As plantas absorvem silício como ácido monossilícico (H_4SiO_4) ou seus ânions, sendo transportado para a parte aérea via xilema pelo fluxo de transpiração, após a perda de água o mesmo é polimerizado como sílica gel na superfície das folhas e hastes (SNYDER; MATICHENKOV; DATNOFF, 2007). O acúmulo de silício proporciona uma proteção mecânica da epiderme aumentando a tolerância à seca (FREITAS et al., 2011). Horiguchi (1988) e Agarie et al. (1998) encontraram menor taxa de transpiração em plantas de arroz que cresceram em meio que havia silício. Ficando assim evidente a influência do Si nas graminhas.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o comportamento da cana-de-açúcar sob adubação silicatada nas condições de irrigação e déficit hídrico.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal (CCTA / UFCG). A localização geográfica da cidade está definida pelas coordenadas: 06° 31'59' de latitude sul, 38°03'43' de longitude oeste e altitude aproximada de 252 m. O clima de Pombal, baseado no sistema de classificação internacional de Köppen, foi incluído no tipo Bsh (semiárido) quente e seco, com pluviosidade média anual inferior a 1000 mm/ano com chuvas irregulares e médias anuais térmicas superiores a 25°C.

Foram realizadas as análises químicas e físicas do solo a ser utilizado no experimento (Tabela 1). Com amostras simples coletadas do solo de todos os vasos, na profundidade de 0-20 cm e enviadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto Federal da Paraíba - IFPB/Campus Sousa. A adubação foi realizada de acordo com análise química do solo e com base no manual de recomendação para o estado de Pernambuco proposto por Cavalcanti et al. (2008).

Tabela 1. Resultado da análise química do solo utilizado no experimento em amostra coletada antes da implantação do ensaio. Pombal – PB, 2018.

pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	SB	CTC	V	MO	PST	
H ₂ O	mg dm ⁻³					cmolc	dm ⁻³		%	g kg ⁻¹	%
6,2	310	0,42	0,27	5,2	1,9	0,00	1,68	7,79	9,47	82,26	9,07	3	

P, K, 'Na: Extrator Mehlich1; Al, Ca, Mg: Extrator KCL 1M; SB=Ca+2+Mg+2+K++Na+; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; CTC=SB+H++Al+3; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; PST= Percentagem de Sódio Trocável.

O plantio foi realizado em vasos com capacidade de 60 dm³, com uma camada de brita e preenchido com o solo (Tabela 1) classificado como Neossolo Flúvico previamente misturado com 3L de esterco bovino por vasos. Para a adubação foram utilizados 45,45 kg de Ureia/há e 50 kg de KCl/há. A fonte de silício utilizada foi para a aplicação via foliar foi o Silicato de Potássio (K₂SiO₃), sendo este constituído de 23,7% K₂O e 10,0% Si p/v. O plantio da cana-de-açúcar foi através da parte vegetativa, utilizando rebolos com duas gemas, com três rebolos por recipiente. As variedades utilizadas foram a RB92579, sensibilidade ao déficit hídrico, e a RB867515, que apresenta melhor desenvolvimento em sequeiro nos estados do Nordeste na safra 2015/16 (PMGCA/RIDESA, 2016). Após 30 dias foi realizado o desbaste, através do corte das plantas com um facão, mantendo apenas uma planta.

A irrigação foi realizada através do método de lisimetria de drenagem e de acordo com os tratamentos 50 e 100% da capacidade de campo do solo. A realização dos tratos culturais se deu conforme as necessidades da cultura ao longo da fase de campo.

O experimento foi conduzido durante 90 dias, em delineamento de blocos casualizados com 3 repetições, duas variedades de cana-de-açúcar (tolerante - RB867515 e sensível à seca - RB92579), com e sem deficiência hídrica (100 e 50% da capacidade de campo – CC) e três doses de Silicato de Potássio (S0 = 0,0 L K₂SiO₃/ha; S1 = 3L K₂SiO₃/ha; S2 = 4L K₂SiO₃/ha), caracterizando o arranjo fatorial triplo 2x2x3.

As avaliações morfológicas foram realizadas a cada 30 dias após aplicações dos tratamentos em cada vaso. As variáveis avaliadas foram: altura de colmo (AC),

diâmetro de colo (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), número de colmos (NC), massa fresca da parte aérea (MSPA) e massa seca parte aérea (MSPA).

A área foliar (AF) foi determinada pela medição do comprimento e largura da porção mediana da folha +3, conforme metodologia descrita por Hermann e Câmara (1999): $AF = C \times L \times 0,75 \times (N + 2)$, onde: AF é a área foliar por planta (cm^2); C é o comprimento da folha +3 (cm); N é o número de folhas verdes expandidas e 0,75 é o fator de correção para a área foliar da cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se na Tabela 2 que para a maioria das variáveis analisadas não houve significância, contudo, para altura de colmo (AC) e largura de folha (LF) houve interação significativa ($p < 0,05$).

Tabela 2. Resumo da análise de variância. Pombal-PB, 2018.

FV	Quadrados médios									
	GL	AC	DC	NF	LF	CF	AF	NC	MFPA	MSPA
Água	1	235,1111 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0277 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	13,44 ^{ns}	1182,2070 ^{ns}	1,7777 ^{ns}	0,2511 ^{ns}	0,1308 ^{ns}
Variedade	1	386,7777 ^{ns}	0,002 ^{ns}	1,3611 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	576,0 ^{ns}	4,4974 ^{ns}	0,4444 ^{ns}	0,3205 ^{ns}	0,0491 ^{ns}
Sílicio	2	230,1111 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	0,1944 ^{ns}	0,0017 ^{ns}	108,08 ^{ns}	1087,5128 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,2113 ^{ns}	0,0782 ^{ns}
Água x Var	1	513,7777*	0,0021 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,0059 ^{ns}	40,11 ^{ns}	4938,0853 ^{ns}	0,1111 ^{ns}	0,5297 ^{ns}	0,1034 ^{ns}
Água x Sil	2	199,1111 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,8611 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	504,19 ^{ns}	2519,0663 ^{ns}	0,3611 ^{ns}	0,0165 ^{ns}	0,0184 ^{ns}
Var x Sil	2	38,1111 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	2,6944 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	153,25 ^{ns}	9071,6528 ^{ns}	0,5277 ^{ns}	0,1221 ^{ns}	0,0119 ^{ns}
Água x Var x Sil	2	13,7777 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	1,5833 ^{ns}	0,0054*	73,69 ^{ns}	13299,2155 ^{ns}	0,1944 ^{ns}	0,0589 ^{ns}	0,0189 ^{ns}
Repetição	2	505,1944	0,0005 ^{ns}	0,3611 ^{ns}	0,0037 ^{ns}	604,33 ^{ns}	608,5558 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,1046 ^{ns}	0,0060 ^{ns}
Erro	22	95,3156	0,0006	1,7247	0,0013	241,6	6778,2475	1,1818	0,2033	0,0535
CV (%)		13,14	10,19	18,69	11,12	11,51	27,29	28,36	46,77	54,5

* significativo a 5% pelo Teste F. ^{ns} não significativo pelo Teste F. AP= altura de colmo; DC= diâmetro de colmo; NF= número de folhas; LF= largura de folha (3+); CF= comprimento de folha; AF= área foliar; NC= número de colmos; MFPS= massa fresca da parte aérea; MSPA= massa seca da parte aérea.

Na Tabela 3 observa-se que para a variedade RB92579 (1) os níveis de água no solo não diferiram estatisticamente, já para a variedade RB867515 (2) o solo com 100 % da capacidade de campo apresentou resultado superior. Mesmo o silício não

Graduando (a) em <Agronomia>, <UAGRA>, UFCG, <Pombal>, PB, e-mail: cabralpmariana@gmail.com
²<Genética> - <UFRPE>. <Doutor>, <UAGRA>, UFCG, <Pombal>, PB, e-mail: joaodutrafilho7@gmail.com

sendo considerado um elemento essencial, sabe-se que o a aplicação desse elemento melhora a arquitetura da planta e aumenta a fotossíntese (DEREN et al., 1994), além de aumentar a altura das plantas, devido o incremento em comprimento da lâmina foliar (YOSHIDA et al., 1959; TAKAHASHI, 1995; FARIA, 2000).

Tabela 3. Análise de variância do desdobramento da interação Água e Variedade (AC). Pombal-PB, 2018.

Tratamento	Altura de colmo	
	Variedade 1	Variedade2
100 % água	76,33 aA	77,33 aA
50 % água	78,77 aA	64,66 bB
DMS variedade	9,54	
DMS teor de água	9,54	
CV (%)	13, 14	

A1= 50% capacidade de campo; A2= 100% capacidade de campo; V1= RB92579; V2= RB867515.

Observa-se na Tabela 4 que para teor de água no solo à 100% da capacidade de campo apresentou os melhores resultados para a variedade RB92579 submetido aos níveis de 0,0 L de K_2SiO_3 /há, 3L de K_2SiO_3 /há, enquanto que para a dose de 4L de K_2SiO_3 /há o resultado do inferior. Já para a variedade RB867515 dentro de todas as doses de silício, não apresentou diferença dentro do nível de água de 100% da capacidade de campo. Para o nível de água de 50 % da capacidade de campo, a variedade RB92579 não apresentou diferenças dentro das diferentes doses de silício, enquanto que para a variedade RB867515 submetido aos níveis de silício de 0,0 L de K_2SiO_3 /há e 3L de K_2SiO_3 /há apresentaram resultado superior ao nível de 4L de K_2SiO_3 /há.

Tabela 4. Análise de variância do desdobramento da interação teor de água dentro de cada nível de silício e variedade para variável largura da folha (LF). Pombal-PB, 2018.

Variedades/Silício	Largura da folha	
	Teor de água no solo	
	100	50
V1/S0	0,34 A	0,33 A
V1/S1	0,32 A	0,34 A
V1/S2	0,27 B	0,34 A
V2/S0	0,33 A	0,32 A
V2/S1	0,32 A	0,33 A

Graduando (a) em <Agronomia>, <UAGRA>, UFCG, <Pombal>, PB, e-mail: cabralpmariana@gmail.com
²<Genética> - <UFRPE>. <Doutor>, <UAGRA>, UFCG, <Pombal>, PB, e-mail: joaodutrafilho7@gmail.com

V2/S2	0,35 A	0,27 B
DMS	0,06	
CV (%)	11,12	

A1= 50% capacidade de campo; A2= 100% capacidade de campo; S0 = 0,0 L K₂SiO₃/ha; S1 = 3L K₂SiO₃/ha; S2 = 4L K₂SiO₃/há; V1= RB92579; V2= RB867515.

Na Tabela 5 a variedade RB92579 apresentou melhores resultados quando submetido ao nível de 100% da capacidade de campo sob os níveis de 0,0 L de K₂SiO₃/há e 3L de K₂SiO₃/há, já sob 50% da capacidade de campo não houve diferença entres os resultados, quando submetidos aos diferentes níveis de silício. Já a variedade RB867515 não apresentou diferença entre os resultados. Na variedade RB92579 todos os resultados foram superiores para 100% da capacidade de campo sob diferentes doses de silício, já para 50% da capacidade de campo submetidos aos níveis de K₂SiO₃/há e 3L de K₂SiO₃/há apresentaram resultados superiores.

Tabela 5. Análise de variância do desdobramento da interação variedade dentro de cada nível de água e silício para variável largura da folha (LF). Pombal-PB, 2018.

Teor de água/Silício	Largura da folha	
	Variedades	
	1	2
A1/S0	0,33 A	0,34 A
A1/S1	0,32 A	0,33 A
A1/S2	0,27 B	0,35 A
A2/S0	0,33 A	0,32 A
A2/S1	0,34 A	0,33 A
A2/S2	0,34 A	0,27 B
DMS	0,06	
CV (%)	11,12	

A1= 50% capacidade de campo; A2= 100% capacidade de campo; S0 = 0,0 L K₂SiO₃/ha; S1 = 3L K₂SiO₃/ha; S2 = 4L K₂SiO₃/há; V1= RB92579; V2= RB867515.

Na Tabela 6, observa-se que para as diferentes doses de silício aplicada tanto na variedade RB92579 e RB867515 e sob os diferentes níveis de água (50% e 100% da capacidade de campo), todos os resultados foram superiores. Segundo MA e YAMAJI (2006), o silício promove aumento na resistência e rigidez das paredes celulares, reduzindo assim a transpiração, acamamento e a perda de água pela planta. Em arroz cultivado sob condição de falta de água (estresse hídrico), a aplicação de silício estimulou o crescimento da cultura, no entanto, o mesmo não foi observado de forma acentuada sob condição de não estresse (MA, 1990).

Tabela 6. Análise de variância do desdobramento da interação silício dentro de cada nível de água e variedade para variável largura da folha (LF7). Pombal-PB, 2018.

Teor de água/Variedades	Largura da folha		
	0	1	2
A1/V1	0,34 A	0,32 A	0,27 A
A1/V2	0,33 A	0,32 A	0,35 A
A2/V1	0,33 A	0,34 A	0,34 A
A2/V2	0,31 A	0,33 A	0,27 A
DMS		0,07	
CV (%)		11,12	

A1= 50% capacidade de campo; A2= 100% capacidade de campo; S0 = 0,0 L K_2SiO_3 /ha; S1 = 3L K_2SiO_3 /ha; S2 = 4L K_2SiO_3 /há; V1= RB92579; V2= RB867515.

CONCLUSÕES

A aplicação foliar de silício, na forma de silicato de potássio, contribuiu para o desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar.

Os tratamentos com 0L de K_2SiO_3 e 3L de K_2SiO_3 foram os que apresentaram os melhores resultados.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho PIBIC/CNPq-UFCG foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

REFERÊNCIAS

AGARIE, S. et al. Effects of silicon on tolerance to water déficit and heat stress in Rice plants (*Oriza sativa* L.), moniterad by electrolyte leakage. **Plant Production Science**, Tokyo, v. 1, p. 96-103, 1998.

BARBOSA, T. B. et al. Potencial de água e regulação osmótica em variedades de cana-de-açúcar submetidas a dois regimos hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12. Anais... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2009.

BOTELHO D. M. S.; POZZA, E. A.; ADÉLIA A. A. POZZA.; CARVALHO J. G.; BOTELHO C. E.; SOUZA P. E. Intensidade da Cercosporiose em Mudas de Cafeeiro em Função de Fontes e Doses de Silício. **Fitopatologia Brasileira** 30:582-588. 2005

CAPUTO, M. M.; BEAUCLAIR, E. G. F; SILVA, M. A.; PIEDADE, S. M. S. Resposta de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 15-23, 2008.

CAVALCANTI, F.J.A. et. al. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. 2ª Aproximação. Recife – Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, 2008. 212p. Il.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira da cana-de-açúcar. v.1, Brasília:Conab, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 24 de abril de 2017.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Estatística experimental e matrizes**. Editora UFV, Viçosa, 285p, 2006.

DEREN, C.W.; DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; MARTIN, F.G. (1994) Silicon concentration, disease response, and yield components of rice genotypes grown on flooded organic histosold. **Crop Science** 34:733-37.

FREITAS, Lucas Barbosa de et al. Adubação foliar com silício na cultura do milho. **Revista Ceres**, p. 262-267, 2011.

HERMANN, E.R.; CÂMARA, G.M.S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Revista da STAB**. Piracicaba, v.17, n.5, p.32-34, 1999.

HORIGUCHI, T. Mechanism of manganese toxicity and tolerance of plants IV: effects of silicone on alleviation of manganese toxicity of rice plants. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 34, p 65-73, 199.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resultados da Produção Agrícola Municipal 2015. Coordenação de Agropecuária – COAGRO. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000027422109112016210223405721.pdf>. Acesso em: 24 de abril de 2017.

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

KORNDÖRFER G.H.; PEREIRA H.S. E.; CAMARGO M.S. Papel do Silício na Produção de Cana-de-Açúcar. **Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil** - novembro/dezembro, v. 21 n.2, 2002.

LUI, J.J.; FIDELIS, R.R.; DIAS, M.A.R.; SARMENTO, R.A. Produtividade de rapadura de genótipos de cana-de-açúcar na Região de Dueré, Sul de Tocantins. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.1059-1068, 2011.

MA, J.F.; YAMAJI, N. (2006) Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Trends in Plant Science** 11:392-397.

MARQUES, D. J. Proporções de silicato e carbonato de cálcio no crescimento, nutrição mineral e eficiência do uso da água por plantas de milho sob estresse hídrico. 2013. 184 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SEGATO, S. V., org. II. Pinto, A. de S. org. III. Jendiroba, E., org. IV. Nóbrega, J.C.M. de, org. de V. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Esalq, 2006.

SNYDER, G. H.; MATICHENKOV, V.; DATNOFF, L. E. Silicon.In: BARKER, A. V.; PILBEM, D.J. **Handbook of plant nutrition**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2007. P. 551-568.

SOUZA, P.H.N.; BASTOS, G.Q.; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J.; DUTRA FILHO, J.A.; MACHADO, P.R. Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para início de safra na microrregião Centro de Pernambuco. **Revista Ceres**, v.59, n.5, p. 677-683, 2012.

TOPP, G. C. et al. Soil water desorption curves. In: CARTER, M. R. (Org.). **Soil sampling and methods of analysis**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1993. p. 569-579.

VERISSIMO, M.A.A.; SILVA, S.D.A.; AIRES, R.F.; DAROS, E.; PANZIERA. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos precoces de cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.47, n.4, p.561-568, 2012.

YOSHIDA, S.; OHNISHI, Y; KITAGISHI, K. (1959) Role of silicone in rice nutrition. **Soil Plant Food** 5:127:33.