CAPÍTULO 16: QUALIDADE AGROINDUSTRIAL DE CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE ESCÓRIA SIDERÚRGICA E GESSO

CHAPTER 16: AGROINDUSTRIAL QUALITY OF SUGARCANE AS FUNCTION OF STEEL SLAG AND GYPSUM APPLICATIONS

Paulo Ricardo Aprígio Clemente¹; Laurício Endres²; José Miguel da Silva Neto³; Vinicius Santos Gomes da Silva⁴

Resumo

O gesso mineral e a escória de siderúrgica podem atenuar os efeitos da acidez do solo em profundidade, favorecendo o desenvolvimento das raízes da cana-de-açúcar, resultando em incrementos no crescimento e produtividade do canavial, e possivelmente na qualidade agroindustrial da lavoura. Ante ao exposto, avaliou-se neste estudo, a associação de corretivos de acidez do solo na qualidade agroindustrial da RB92579 no ciclo de cana-planta. O experimento foi conduzido em condições de campo, utilizando-se delineamento em blocos ao acaso, no esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de quatro doses de escória de siderurgia (0, 4, 8 e 16 t ha⁻¹) e quatro doses de gesso (0, 3, 6 e 12 t ha⁻¹). Por ocasião de maturação da cana foi avaliada a qualidade agroindustrial da cana por meio da determinação do teor de fibras, sacarose aparente (Pol), sólidos solúveis (Brix), pureza e PCC (Pol da cana corrigida). A aplicação isolada ou em conjunto de escória de siderúrgica e gesso mineral não influenciou a qualidade agroindustrial da RB92579, que por sua vez, apresentou em média 12; 14; 84, 30 e 15,11% de Fibras, Pol, pureza, Brix e PCC, respectivamente.

Palavras-Chaves: correção do solo, sacarose aparente, *Saccharum officinarum*, sólidos solúveis.

Abstract

Mineral gypsum and steel slag can attenuate the effects of soil acidity in depth, favoring the development of the root system of sugar cane, resulting in increases in the growth and productivity of the cane field, and possibly in the agro-industrial quality of the crop. In view of the above, the association of soil acidity correctives in the agro-industrial quality of RB92579 in the cane-plant cycle was evaluated in the present study. The experiment was carried out under field conditions, using a randomized block design, in a 4 x 4 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of the combination of four doses of steel slag (0, 4, 8 and 16 t ha⁻¹) and four doses of plaster (0, 3, 6 and 12 t ha⁻¹). At the time of cane maturation, the agroindustrial quality of the cane was evaluated by determining the fiber content, apparent sucrose (Pol), soluble solids (Brix), purity and PCC (corrected cane pol). The isolated or combined application of steel slag and mineral plaster did not influence the agroindustrial quality of RB92579 in the cane-plant cycle. On average, it presented 12; 14; 84, 30 and 15.11% Fibers, Pol, purity, Brix and PCC, respectively.

Keywords: soil correction, saccharose apparent, *Saccharum officinarum*, soluble solids.

¹ Doutor em Produção Vegetal. Professor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, pauloclemente_645@hotmail.com

² Doutor em Ciências Biológicas. Professor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, lauricioendres@hotmail.com

³ Discente de Agronomia, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, josemiguelifpe@gmail.com

⁴ Doutor em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, vinicius.agro2008.1@gmail.com

Introdução

A cana-de-açúcar é uma das mais importantes culturas energéticas do mundo, tendo o melhor rendimento energético líquido entre elas (WACLAWOVSKY et al., 2010). Nos últimos anos, está ganhando interesse global como matéria-prima para produção de biocombustíveis devido ao seu equilíbrio de energia ser potencialmente positivo (SMEETS et al., 2009; LOSORDO et al., 2016). Globalmente, o Brasil destaca-se como o principal produtor, cujo sistema produtivo é um dos mais competitivos do mundo, devido principalmente ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia nacionais para a produção de cana, extração e industrialização do caldo, uso dos resíduos sucroalcooleiros na adubação dos canaviais e geração de energia elétrica (OLIVEIRA et al., 2015; SANTOS et al., 2016; SILVA et al., 2017)

Apesar do cenário promissor, atualmente a canavicultura, especialmente no Nordeste do Brasil, enfrenta séria crise agrícola e industrial, marcada por baixo rendimento dos canaviais. O estado de Alagoas, por exemplo, que é o maior produtor da região, tem uma produtividade média de colmos inferior a 60 t ha^{-1} (CONAB, 2020), bem abaixo do potencial biológico da cultura (LANDELL; BRESSIANI, 2008).

As reduzidas produtividades no Nordeste, estão relacionadas principalmente a distribuição sazonal irregular das chuvas (ABREU et al., 2013; SILVA et al., 2013a; SILVA et al., 2013b) e acidez acentuada nos solos (CLEMENTE et al., 2017). Nos Tabuleiros costeiros ocorre deficiência hídrica na primavera-verão (SOUZA et al., 2004), isso resulta em falta de água em grande parte do período de crescimento da planta. Outro fato que contribui para o 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 (CLEMENTE et al., 2018).

Os corretivos de acidez como calcários, escória de siderurgia e gesso, são alternativas que minimizam essas limitações na cana-de-açúcar. O uso de calcário neutraliza a acidez na camada superficial do solo além de fornecer nutrientes essenciais como o Ca e Mg. A escória de siderurgia apresenta resultados iguais e até superiores ao uso de calcários, além de apresentar uma solubilidade mais alta e ser fonte de silício (PRADO et al., 2001; PRADO et al., 2003; BRASSIOLI et al., 2009). Em estudo econômico entre a escória de siderurgia e calcário na cana-de-açúcar durante cinco ciclos, Prado e Fernandes (2010) concluíram que a escória proporciona maior retorno econômico e aumenta para mais um ciclo o canavial tratado com esse corretivo.

Outro insumo agrícola utilizado para mitigar o efeito do estresse hídrico é o gesso. O gesso melhora a distribuição das raízes em profundidade e propicia às plantas o aproveitamento

de maior volume de água e nutrientes, principalmente em épocas de estiagem (CLEMENTE et al. 2017). Estudos indicam que o gesso tem proporcionado o aprofundamento das raízes, resultando em maior crescimento e produtividade da cana-de-açúcar (FREIRE et al. 2007; ROCHA et al., 2008), com possíveis efeitos positivos na qualidade agroindustrial da lavoura.

Diante do exposto, objetivou-se neste estudo avaliar a qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar, variedade RB92579, em função da aplicação de escória siderúrgica e gesso.

Material e Métodos

Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em campo, localizado no município de São Luiz do Quitunde (9°22'S e 35°32'W), Zona da Mata de Alagoas, Brasil (Figura 1), cujo clima conforme a classificação de Koppen, se caracteriza como tropical chuvoso, com verões secos. A precipitação média anual local é de 2.220 mm, porém durante o ensaio, a precipitação acumulada foi 1.700 mm e a temperatura média 27,5°C.

Figura 1. Localização da área experimental

Fonte: Própria (2020).

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 2013). Antes da instalação do estudo foi realizada a amostragem de solo nas camadas de 0 a 20 cm, 20 a 40 cm e 40 a 60 cm para a caracterização química (Tabela 1). Todas as análises foram realizadas conforme metodologias descritas pela Silva (2009).

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área em que foi instalado o experimento.

Característica		Profundidade (cm)		
		0-20	20-40	40-60
pH	CaCl ₂	5,20	4,8	4
M.O.	g dm ⁻³	20,0	13	11
P _{resina}	mg dm ⁻³	12,0	8	1
Al ³⁺	mmolc dm ⁻³	1,00	2	10
H+Al	mmolc dm ⁻³	25,0	31	35
K	mmolc dm ⁻³	1,70	1,4	0,9
Ca	mmolc dm ⁻³	19,0	18	6
Mg	mmolc dm ⁻³	9,0	6	2
SB	%	29,0	26	9
CTC	%	54,0	57	64
Bo	mg dm ⁻³	0,42	0,59	0,62
Cu	mg dm ⁻³	1,4	0,9	0,2
Fe	mg dm ⁻³	48	45	46
Mn	mg dm ⁻³	0,4	0,3	0,2
Zn	mg dm ⁻³	0,4	0,2	0,1

Fonte: Própria (2020).

Desenho experimental e implantação do ensaio

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sob esquema fatorial 4 x 4, constituído pela combinação de quatro doses de escória de siderurgia (0, 4, 8 e 16 t ha⁻¹) e quatro doses de gesso (0, 3, 6 e 12 t ha⁻¹) (Quadro 1). As parcelas foram constituídas de cinco sulcos de 10 metros de comprimento, espaçados de 1 m, sendo a área útil representada pelos três sulcos centrais com 8 m de comprimento (descartou-se 1m de cada extremidade), totalizando 24 m².

O solo foi preparado usando uma grade pesada para destruir os resíduos da cultura, seguido de nivelamento e abertura dos sulcos. As doses de escória siderúrgica foram uniformemente aplicadas no fundo do sulco, a uma profundidade de aproximadamente 20 cm, ao longo de um comprimento de 10 m. O gesso, por sua vez, foi aplicado em cobertura na área total, quando os sulcos já se encontravam fechados. Optou-se pela variedade RB92579 utilizando uma densidade de plantio de 15 rebolos m⁻¹, a escolha deste genótipo deveu-se a sua elevada adaptabilidade, produtividade e representatividade que possui no Brasil (SILVA et al. 2017).

Todas as parcelas receberam 700 kg ha⁻¹ da fórmula 14-00-18 (sulfato de amônio - 20% de N e cloreto de potássio - 58% de K₂O). O controle manual de plantas daninhas foi realizado apenas até 30 dias após o surgimento da brotação. A irrigação (30 mm) foi realizada aos 2 e 20

dias após o início do experimento.

A fonte de escória de siderurgia adotada foi a do Agro Silício, derivado da produção de aço inox. Esse produto é utilizado como padrão na maioria das pesquisas relacionadas ao Silício no Brasil devido ao seu alto grau de pureza e solubilidade (KORNDÖRFER et al. 2002).

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 caracterização físico-química da escória de siderurgia é apresentada na Tabela 2.

Quadro 1. Tratamentos utilizados no experimento

Sigla	Dose de gesso ($t\ ha^{-1}$)	Dose de escória de siderurgia ($t\ ha^{-1}$)
Testemunha	0	0
G (3)	3	0
G (6)	6	0
G (12)	12	0
E (4)	0	4
E (4) + G (3)	3	4
E (4) + G (6)	6	4
E (4) + G (12)	12	4
E (8)	0	8
E (8) + G (3)	3	8
E (8) + G (6)	6	8
E (8) + G (12)	12	8
E (16)	0	16
E (16) + G (3)	3	16
E (16) + G (6)	6	16
E (16) + G (12)	12	16

Fonte: Própria (2020).

O gesso utilizado no experimento foi de origem mineral proveniente de jazidas de gipsita ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) do polo gessífero do Araripe em Pernambuco. 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 descrita por Korndörfer et al. (2004).

Avaliação da qualidade agroindustrial

Por ocasião da maturação da cana, 14 meses após o plantio, foram amostradas aleatoriamente a parte aérea de 8 plantas na área útil de cada parcela, as canas foram despontadas e despalhadas, e encaminhadas para o laboratório Agroindustrial da Usina Santo

Antônio em São Luís do Quitunde/AL. As amostras foram passadas em forrageira, e na sequência foram coletadas subamostras para determinação dos atributos tecnológicos da cana-de-açúcar, de acordo com a metodologia de Fernandes (2011). As subamostras foram submetidas à prensa hidráulica automática, sob pressão de 250 kg cm^{-2} , durante 1 min, em seguida o caldo foi coletado. No caldo, foram quantificados os sólidos solúveis totais (°Brix) com refratômetro digital, e a percentagem de sacarose aparente (Pol) que foi obtida por meio de sacarímetro. A pureza foi determinada pela quantidade de sacarose contida nos sólidos solúveis. Foram determinados ainda percentagem de fibra e a percentagem de sacarose no colmo (PCC), de acordo com as equações descritas em Fernandes (2011).

Tabela 2. Caracterização química e física da escória siderúrgica. PN: poder de neutralização; RE: reatividade; PRNT: poder relativo de neutralização total.

Si Total	Si Solúvel	CaO	CaCO ₃	MgO	MgCO ₃	PN	RE	PRNT
%								
13,81	7,82	39,8	70,8	9,7	20,4	87,5	88,5	77,4

PN: Poder de Neutralização; RE: Reatividade; PRNT: Poder Relativo de Neutralização Total.

Fonte: Própria (2020).

Análise de dados

Os resultados de sólidos solúveis totais, sacarose aparente no caldo, pureza do caldo, percentagem de fibra, e de sacarose aparente no colmo (PCC) foram submetidas a análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA et al., 2011).

Resultados e Discussão

Não houve diferença estatística significativa pelo teste F ($P > 0,05$) para os atributos tecnológicos (Brix, Pol, Pureza, Fibra e PCC) da RB92579 em função dos tratamentos (Tabela 3). A falta de resposta da cana-de-açúcar à aplicação de corretivos no solo para tais características tecnológicas foi também observada por Prado (2001), Lima et al. (2010) e Carvalho et al. (2013).

Tendo em vista que a escória de siderurgia e o gesso, consistem em materiais corretivos que podem apresentar efeito residual prolongado, é possível que nas rebrotas, as parcelas que tiveram a correção do solo evidenciem diferenças significativas quando comparadas as parcelas que não receberam a aplicação de gesso e escória. Prado et al. (2003) verificaram que a escória de siderurgia promoveu efeito residual benéfico, após 48 meses da aplicação, na correção da acidez do solo e na elevação do valor da saturação por bases, o que resultou em aumentos na produção da soqueira da cana-de-açúcar.

Tabela 3. Análise de variância dos atributos de qualidade agroindustrial da RB92579 em função da escória de siderurgia e do gesso.

	Brix	Pol	Pureza	Fibra	PCC
Escória de siderurgia (A)	ns	ns	Ns	ns	ns
Gesso (B)	ns	ns	Ns	ns	ns
Interação (A x B)	ns	ns	Ns	ns	ns
Média (%)	21,04	18,21	86,39	13,10	15,11
CV (%)	4,98	6,33	4,92	3,32	6,32

Fonte: Própria (2020).

O percentual de sólidos solúveis no caldo da RB92579 oscilou de 19,63% (8 t ha⁻¹ de escória de siderurgia) a 21,68% (parcelas que receberam aplicação de 3 t ha⁻¹ de gesso), contudo essa diferença não foi significativa ($P>0,05$) e as plantas em média apresentaram 21,04 % de sólidos solúveis no caldo (Figura 2). Silva et al. (2017) avaliaram a qualidade tecnológica de quatro variedades de cana (RB92579, RB867515, SP813250 e VAT90212) cultivadas em um Latossolo Amarelo e obtiveram valores 14% inferiores aos observados no presente estudo. Resultados semelhantes ao presente trabalho foram observados por Oliveira et al. (2011), que obtiveram para 11 variedades cultivadas em um Argissolo Amarelo um teor médio de Brix de aproximadamente 21% e por Silva et al. (2014) em estudo conduzido com a RB92579 na Zona da Mata de Pernambuco que verificaram 20,23% para o ciclo de cana-planta e 21,20% na primeira rebrota. Conforme Fernandes (2011) o Brix é um atributo largamente utilizado no setor sucroenergético, expressa o percentual em peso dos sólidos solúveis contidos no caldo da cana-de-açúcar e constitui de 18-25% do total do caldo.

A semelhança dos sólidos solúveis, o percentual de sacarose aparente no caldo da RB92579 apresentou uma tendência de valores mais elevados (19,03%) quando foi aplicado gesso na dose de 3 t ha⁻¹ (Figura 3). Em média foi observado um percentual de 18,21%. Pancelli et al. (2015) verificaram um teor médio de sacarose aparente de 20%, portanto superior aos verificados neste estudo. Oliveira et al. (2017) constataram no caldo da RB92579, no ciclo de cana-planta, um conteúdo de sacarose aparente no caldo da ordem de 18%, semelhante ao obtido na presente pesquisa. Clemente et al. (2018) em ensaio conduzido em São Luís do Quitunde/AL, constataram que a RB92579 evidenciou maior percentual de sacarose aparente do caldo (19,75%), quando comparado com as variedades RB991536 (18,85%) e RB011941 (17,80%). Calheiros et al. (2012) em trabalho conduzido em um Latossolo Amarelo, no município de Rio Largo, AL, verificaram que a RB92579 possui aproximadamente 16% a mais de sacarose aparente que a RB867515.

Figura 2. Percentual de sólidos solúveis no caldo da RB92579 em função de doses de escória de siderurgia e gesso

Fonte: Própria (2020).

Figura 3. Percentual de sacarose aparente no caldo da RB92579 em função de doses de escória de siderurgia e gesso

Fonte: Própria (2020).

De acordo com Fernandes (2011), a Pol constitui a percentagem aparente de sacarose contida no caldo da cana, sendo determinada por métodos sacarimétricos ou polarimétricos, é um atributo que indica o grau de maturação da cana, de modo que quanto maior o seu percentual mais avançado é o estágio de maturação. Quando a cana-de-açúcar está imatura apresenta

quantidades elevadas de açúcares redutores e compostos precursores de cor que afetam negativamente a sacarose aparente. É uma importante variável da qualidade agroindustrial do canavial, que é influenciada principalmente pelos genótipos cultivados, partes da planta e épocas de colheita (PEREIRA et al., 2017).

Com relação a pureza do caldo da cana-de-açúcar a amplitude de variação foi de 81,12% a 89,01% (Figura 4), que por sua vez, não foi suficiente para ser verificado diferença estatística significativa. O teor médio verificado foi 86,39%. Clemente et al. (2018) em estudo conduzido na Usina Santo Antônio, na Zona da Mata de Alagoas, verificaram que os genótipos RB92579, RB991536 e RB011941 não diferem quanto a pureza do caldo, apresentando em média 88% no ciclo de cana-planta. Albuquerque et al. (2016) em experimento instalado em Penedo/AL avaliaram a qualidade tecnológica da RB92579 submetida a diferentes fontes e formas de aplicação de fósforo e obtiveram em média 89% de pureza aparente. Oliveira et al. (2017) constataram que no ciclo de cana planta, não houve diferença estatística entre as variedades RB98710, RB92579 e a RB921552, que apresentaram um valor médio de 87,15%, no ciclo de cana-planta a RB92579 foi a variedade que apresentou maior pureza com 88,75%, sendo 1,6% maior que a média das demais variedades.

Oliveira et al. (2012) menciona que a pureza do caldo está diretamente relacionada com a qualidade da matéria prima, e sofre influência das impurezas minerais e vegetais que são adicionadas à cana no momento da colheita. É um atributo que representa a quantidade de sacarose contida nos sólidos solúveis. Sendo um importante indicador da maturidade da cana-de-açúcar; quanto mais madura, maior o acúmulo de sacarose e consequentemente maior a pureza (LAVANHOLI et al., 2008). Conforme as normas estabelecidas pelo Consecana (2006) as usinas só podem recusar o recebimento de cana com menos de 75% de pureza. Oliveira et al. (2012) citam que no Estado de São Paulo, tem-se, como referência, pureza mínima de 80% em início de safra e 85% no transcorrer da safra para que seja recomendada a industrialização da cana.

Com relação a fibra (Figura 5), constatou-se valores que variaram de 12,83% (no tratamento 8 t ha⁻¹ de escória mais 6 t ha⁻¹ de gesso) a 13,67% (tratamento com 8 t ha⁻¹ de escória mais 12 t ha⁻¹ de gesso), mas sem diferenças significativas. Em média a RB92579 apresentou um percentual de fibras de 13,10% (Tabela 3). Simões et al. (2015), em estudo de avaliação da resposta de variáveis fisiológicas e tecnológicas da RB92579 sob diferentes sistemas de manejo de irrigação em três ciclos, obtiveram para fibra valores médios de 13,8; 14,9; e 16,6% para cana-planta, primeira e segunda, rebrota, respectivamente, para estes mesmos ciclos Silva et al. (2017) encontraram 12,96; 13,73 e 14,62%.

Figura 4. Percentual de pureza no caldo da RB92579 em função de doses de escória de siderurgia e gesso.

Fonte: Própria (2020).

A fibra corresponde um atributo de grande importância para o setor sucroenergético. Sob o aspecto agrícola, os genótipos que evidenciam maior quantidade de fibras são mais resistentes à entrada de pragas no colmo, e frequentemente são mais resistentes ao tombamento, mesmo quando submetidas a queima antes da colheita. Além disso, reflete na eficiência da extração da moenda, ou seja, quanto mais elevado o percentual de fibra da cana, menos eficiente será extração. Por outro lado, é importante destacar que genótipos com reduzidos percentuais de fibra são mais sujeitos a danos mecânicos provocados no corte e transporte, o que contribui para a contaminação e as perdas industriais (LAVANHOLI et al., 2008; PRADO et al., 2017).

O percentual de sacarose aparente na cana (PCC) oscilou de 14,16% (quando aplicado 8 t ha⁻¹ de escória de siderúrgica) a 15,78% (aplicação de 3 t ha⁻¹ de gesso mineral) (Figura 6). Em média a RB92579 apresentou 15,10% de PCC. Costa et al. (2011) constataram para esse mesmo genótipo 14,30%, semelhante aos valores médios (14,35%) observados por Albuquerque et al. (2016).

Figura 5. Percentual de fibra da RB92579 em função de doses de escória de siderurgia e gesso.

Fonte: Própria (2020).

Figura 6. Percentual de sacarose na cana da RB92579 em função de doses de escória de siderurgia e gesso.

Fonte: Própria (2020).

Conclusões

A aplicação isolada ou em conjunto de escória de siderurgia e gesso mineral não influenciou a qualidade agroindustrial da RB92579 no ciclo de cana-planta.

Referências

ABREU, M. L. et al. Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Bragantia**, v. 72, n. 3, p. 262-

270, 2013.

ALBUQUERQUE, A. P. C. et al. Seleção de cultivares de cana-de-açúcar para a Zona da Mata Norte de Pernambuco II: Meio de safra. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 10, 2016.

ALBUQUERQUE, A. W. et al. Growth and yield of sugarcane as a function of phosphorus doses and forms of application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.20, n.1, p. 29-35, 2016.

AZEVEDO, D. M. P. et al. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 121-160.

BRASSIOLI, F. B. et al. Avaliação agrônômica da escória de siderurgia na cana-de-açúcar durante cinco ciclos de produção. **Bragantia**, v. 68, p.381-387, 2009.

CALHEIROS, A. S. et al. Production of biomass, from sugar and protein in function of sugarcane varieties and phosphorous fertilization. **Semina Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 809-818, 2012.

CARVALHO, J. M. et al. Unburned ratoon sugarcane yield according to gypsum and vinasse doses. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 1-9, 2013.

CLEMENTE, P. R. A.; SILVA, V. S. G.; FERREIRA, V. M.; VIEIRA, J.; SILVA, G. V. S. B.; ENDRES, L. Nutritional status and technological quality of sugarcane due to increasing gypsum doses. **Australian Journal of Crop Science**, Canberra, v.12, n.9, p.1504-1511, 2018.

CLEMENTE, P. R.; 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**, Goiânia, v. 47, n. 1, p. 110-117, 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. Primeiro levantamento. 2020. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_20_14_04_31_boletim_cana_portugues_-_lo_lev_-_17-18.pdf>. Acesso em: 20 de Maio, 2017.

CONSECANA. **Manual de Instruções**. 5º ed. Piracicaba, Consecana, 2006. 112p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. 3.ed. Piracicaba: STAB, 2011. 416p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FREIRE, F. J. et al. Gesso mineral do Araripe e suas implicações na produtividade agrícola da cana-de-açúcar no estado de Pernambuco, Brasil. **Anais da Academia Pernambucana de**

Ciência Agrônômica, v. 4, p. 199-213, 2014.

KORNDÖRFER, G. H. et al. Papel do silício na produção de cana-de-açúcar. **Revista STAB**, v. 21, n. 1, p. 6-9, 2002.

LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, J. A. **Melhoramento genético e manejo varietal**. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Org.). Cana-de-Açúcar. 1 ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2008. p. 101-156.

LAVANHOLI, M. G. D. P. **Qualidade da cana-de-açúcar como matéria prima para a produção de açúcar e álcool**. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Org.). Cana-de-Açúcar. 1 ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2008 p.697-722.

LIMA, F. H. S. L et al. Produtividade de cana-de-açúcar com a utilização de doses e fontes de gesso em um latossolo no estado de Pernambuco. **Nucleus**, v.7, n.1, p. 1-8, 2010.

LOSORDO, Z. et al. Cost competitive second-generation ethanol production from hemicellulose in a Brazilian sugarcane biorefinery. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v.10, n.5, p. 589-602, 2016.

OLIVEIRA, D. C. et al. Stalk productivity and quality of three sugarcane varieties at the beginning, in the middle, and at the end of the harvest. **African Journal of Agricultural Research**. v. 12, n.4, p. 260-269, 2017.

OLIVEIRA, E. C. A. et al. Productivity, water use efficiency, and technological quality of sugarcane subjected to different water regimes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.6, 617-625, 2011.

OLIVEIRA, F. M. et al. Avaliação tecnológica de variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes adubações e supressões de irrigação. **Revista Ceres**, v. 59, n. 6, p. 832-840, 2012.

OLIVEIRA, M. W. et al. Produção e qualidade de três variedades de cana-de-açúcar cultivadas no Nordeste de Minas Gerais. **Ciência Agrícola**, v. 12, p. 17, 2015.

PANCELLI, M. A et al. Growth, yield and nutrition of sugarcane ratoon as affected by potassium in a mechanized harvesting system. **Australian Journal of Crop Science**. v. 9, n.10, p. 915-924, 2015.

PEREIRA, L. F.M. et al. Sugars levels of four sugarcane genotypes in different stem portions during the maturation phase. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 2, p. 1231-1242, 2017.

PRADO, E. A. F. et al. Características tecnológicas da cana-de-açúcar sob aplicação de doses de vinhaça em Latossolo Vermelho distroférrico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 4, p. 386-395, 2017.

PRADO, R. M. et al. 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, 2003.

PRADO, R. M. Qualidades tecnológicas da cana-planta e da cana-soca em função da aplicação da escória de siderurgia e do calcário. **Scientia Agrária**, v. 2, n. 1, p. 61-66, 2001.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Aspecto econômico do uso da escória de siderurgia na cana-de-açúcar durante cinco ciclos de produção. **Terra Latinoamericana**, v. 28, n. 3, p. 273-279, 2010.

ROCHA, A. T. et al. Emprego do gesso do Araripe na melhoria do ambiente radicular da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 307-312, 2008.

SANTOS, L. A. et al. Potencial energético da biomassa de cana-de-açúcar em uma usina sucroenergética. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, p. 1101-1108, 2016.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627p.

SILVA, V. P. R. et al. Risco climático da cana-de-açúcar cultivada na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 180-189, 2013a.

SILVA, V. P. R. et al. Crop coefficient, water requirements, yield and water use efficiency of sugarcane growth in Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 128, p. 102-109, 2013a.

SILVA, V. S. G. et al. Agroindustrial quality in first and second ratoon crops of sugarcane varieties. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, p. 1216-1220, 2017.

SILVA, W. P. et al. Produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob diferentes fontes de adubação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 8, n. 6, p. 476-487, 2014.

SIMÕES, W. L. et al. Respostas de variáveis fisiológicas e tecnológicas da cana-de-açúcar a diferentes sistemas de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 11-20, 2015.

SMEETS, E. M. W.; BOUWMANW, L. F.; STEHFEST, E. VAN VUUREN, D. P.; POSTHUMA, A. Contribution of N₂O to the greenhouse gas balance of first generation biofuels. **Global Change Biology**, v. 15, p.1-23, 2009.

SOUZA, J. L. et al. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do tabuleiro costeiro de Maceió, AL, período de 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 131-141, 2004.

TEIXEIRA, C. et al. Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 56-63, 2011.

WACLAWOVSKY, A. J. et al. Sugarcane for bioenergy production: an assessment of yield and regulation of sucrose content. **Plant Biotechnology Journal**. v. 8, n.3, p. 263-276, 2010.