



COMUNICADO
TÉCNICO

243

Teresina, PI
Abril, 2018

Embrapa

Produtividade de colmos de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação pivô central em União, microrregião de Teresina, PI

Aderson Soares de Andrade Júnior
Edson Alves Bastos
Valdenir Queiroz Ribeiro
Eduardo Magno Pereira da Silva

Produtividade de colmos de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação pivô central em União, microrregião de Teresina, PI

Anderson Soares de Andrade Júnior, engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Edson Alves Bastos, engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Valdenir Queiroz Ribeiro, engenheiro-agrônomo, mestre em Estatística e Experimentação Agronômica, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Eduardo Magno Pereira da Silva, engenheiro-agrônomo, doutorando Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura Tropical, UFPI, Teresina, PI.

Na região Nordeste, o agronegócio da cana-de-açúcar é consolidado nos estados de Alagoas, Paraíba e Pernambuco. Contudo, a cultura ocupa áreas em regiões não tradicionais, especialmente nos estados de Tocantins, do Maranhão e do Piauí, devido às características de solo, topografia, clima e logística de exportação favoráveis (Oliveira; Ramalho, 2006). No caso do estado do Piauí, essas áreas potenciais situam-se em regiões com clima semiárido e subúmido seco, com precipitação irregular (800 mm a 1.200 mm anuais) (Bastos; Andrade Júnior, 2014) e que não satisfaz a exigência hídrica da cultura durante seu ciclo, requerendo o uso da irrigação para o alcance de elevadas produtividades de colmos.

Entre os métodos de irrigação pressurizados utilizados na cana-de-açúcar, destacam-se a aspersão, notadamente por pivô central, e o método localizado por gotejamento subsuperficial. A irrigação por gotejamento subsuperficial apresenta melhor adaptação às características de cultivo da cana-de-açúcar (Ferreira Júnior et al., 2014) e melhor eficiência de aplicação de água (Gil et al., 2008). Porém, o elevado custo inicial do investimento e a propensão do sistema ao entupimento por intrusão das raízes da cultura têm dificultado a adoção desse sistema de irrigação por parte dos produtores. Dessa forma, a irrigação por aspersão pivô central, especialmente o sistema rebocável, ainda predomina devido à sua

maior flexibilidade em irrigar áreas maiores sem elevado custo de mão de obra e sem interferir nas práticas de cultivo da cana-de-açúcar.

Estudos conduzidos em diferentes ambientes de produção têm demonstrado incremento na produtividade de colmos de genótipos de cana-de-açúcar em resposta à irrigação (Farias et al., 2008; Carvalho et al., 2009; Gava et al., 2011; Oliveira et al., 2011; Andrade Júnior et al., 2017). A interação genótipo-ambiente é importante na expressão do potencial produtivo de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes regimes hídricos e ambientes de produção (Silva et al., 2008).

Nesse sentido, avaliou-se a produtividade de colmos de dez cultivares de cana-de-açúcar submetidas a distintos regimes hídricos aplicados por aspersão pivô central nas condições edafoclimáticas da microrregião de Teresina, PI.

O ensaio foi conduzido na Usina Comvap – Açúcar e Alcool, em União, PI (04°52'48,4"S, 42°52'26,1"W e 82 m de altitude). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (Santos et al., 2006), cujas características químicas e físico-hídricas encon-

tram-se na Tabela 1. O clima local é subúmido seco, megatérmico, com excedente hídrico moderado no verão (Bastos; Andrade Júnior, 2014).

A avaliação dos genótipos ocorreu durante o ciclo de cultivo de cana planta, durante o ano agrícola de 2015/2016. Avaliaram-se dez genótipos de cana-de-açúcar (RB943538, RB935744, RBUFRPE01¹, RBUFRPE02¹, RBUFRPE03¹, RB036066, RB977540, RB987935, RB92579 e RB867515), submetidos a quatro regimes hídricos (RH), aplicados com base na evapotranspiração da cultura (ETc), durante a fase de pleno desenvolvimento da cultura: RH1 – irrigação de salvação adotada pela Usina, RH2 – 50% ETc, RH3 – 100% ETc e RH4 – 150% ETc (Tabela 2). Os coeficientes de cultura utilizados para o cálculo da ETc foram os recomendados pela FAO (Allen et al., 1998). A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pelo método de Penman – Monteith (Allen et al., 1998), com base nos dados climáticos obtidos de uma estação agrometeorológica automática instalada na Usina. Os RHs foram aplicados semanalmente, repondo-se a ETc acumulada neste período.

¹Cultivar ainda não protegida no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – MAPA

Tabela 1. Caracterização química e físico-hídrica do solo da área experimental. Usina Comvap, União, PI, 2016⁽¹⁾.

Parâmetro	Profundidade (m)	
	0 – 0,2	0,2 – 0,4
Parâmetro químico		
MO (g kg ⁻¹)	2,7	1,3
pH CaCl ₂	6,9	6,8
P (mg dm ⁻³)	122,0	34,0
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	11,0	13,0
Al (mmol _c dm ⁻³)	1,0	1,0
Ca (mmol _c dm ⁻³)	55,0	27,0
Mg (mmol _c dm ⁻³)	14,0	10,0
K (mmol _c dm ⁻³)	6,9	3,9
CTC (mmol _c dm ⁻³)	86,4	53,9
V (%)	88,0	76,0
Parâmetro físico-hídrico		
Densidade (Mg m ⁻³)	1,45	1,75
Areia (g kg ⁻¹)	349,2	369,6
Silte (g kg ⁻¹)	383,4	356,2
Argila (g kg ⁻¹)	195,4	192,2
Θ _{cc} (m ³ m ⁻³)	0,319	0,205
Θ _{pmp} (m ³ m ⁻³)	0,084	0,068
CAD (mm)	47,0	27,3
AFD (mm)	23,5	13,6
Textura	Franco-arenoso	Franco-arenoso

⁽¹⁾Θ_{cc}: umidade do solo na capacidade de campo; Θ_{pmp}: umidade do solo no ponto de murcha permanente; CAD: capacidade de água disponível; AFD: água facilmente disponível.

Tabela 2. Lâminas totais de água aplicadas em cada regime hídrico (RH).

Regime hídrico	LI (mm)	P (mm)	Total (mm)
RH1 (Salvação)	161,70	739,60	901,30
RH2 (50% ETc)	232,95	739,60	972,55
RH3 (100% ETc)	465,90	739,60	1205,50
RH4 (150% ETc)	698,85	739,60	1438,45

LI: lâmina de irrigação (mm), P: precipitação (mm)

O sistema de irrigação usado foi o de aspersão pivô central, modelo rebocável, de propriedade da Usina. Antes da instalação do ensaio, efetuaram-se testes prévios para quantificação da uniformidade de distribuição de água e obtenção da taxa de aplicação de água em função da velocidade de deslocamento. Também, verificou-se a necessidade de substituição de bocais e vazamentos nos emissores. As lâminas de irrigação aplicadas foram quantificadas por meio de coletores instalados nas parcelas experimentais a 1 m de altura do solo, até a fase em que a altura da cultura superou a altura dos coletores.

As parcelas foram constituídas por duas fileiras de 10 m de comprimento para cada cultivar, espaçadas de 1,4 m entre si. A área útil da parcela compreendeu 10 m de comprimento central da parcela. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas divididas. Os regimes hídri-

cos constituíram as parcelas e as cultivares, as subparcelas.

O preparo do solo constou de uma aração e duas gradagens cruzadas. O plantio foi realizado manualmente nos dias 6 e 7/08/2015. Os colmos-semente foram repartidos, mantendo-se três gemas por rebolo, os quais foram distribuídos nos sulcos de plantio, para atingir 15 gemas por metro. A aplicação de fertilizantes (macro e micronutrientes) foi efetuada da seguinte forma: a) adubação de fundação com a aplicação de 500 kg ha⁻¹ da fórmula 06-28-22 mais micros; b) adubação de cobertura aos 76 dias após o plantio (21/10/2015), com 130 kg ha⁻¹ de ureia, distribuída ao lado das fileiras de plantas.

Por ocasião da colheita (8/8/2016), os colmos foram pesados com o auxílio de um dinamômetro PR30-3000, com precisão de 500 g, para se determinar a produtividade de colmos (TCH em Mg ha⁻¹).

Antes de proceder à análise esta-

tística dos dados, realizou-se uma análise de resíduos dos dados, com a finalidade de avaliar a existência de dados discrepantes, a heterocedasticidade de variância e o ajuste dos erros a uma distribuição aproximadamente normal (Nogueira, 2007). Usou-se a regressão na análise de variância, seguindo o método proposto por Pimentel-Gomes (2009) e Zimmermann (2014). Estimaram-se modelos de primeiro e segundo grau para as laminas dentro de cada variedade e em função do teste t, obteve-se a seleção do melhor modelo com o auxílio das significâncias de cada parâmetro, aceitando nível de significância até o limite de 15% de probabilidade (Conagin; Jorge, 1982). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se software SAS (SAS Institute, 2015).

A análise estatística para tonelada de colmo (TCH) revelou ter havido efeito significativo ($p < 0,05$) para os fatores RH, cultivares, bem como para a interação entre RH e cultivares, indicando que a variabilidade dos RHs impostos foi capaz de promover alteração na performance produtiva das cultivares avaliadas (Oliveira et al., 2011). A média geral de TCH do ensaio foi de $179,2 \text{ Mg ha}^{-1}$, acima da faixa considerada como aceitável para cana-de-açúcar sob regime irrigado (100 a 150 Mg ha^{-1}). A menor TCH ($167,2 \text{ Mg ha}^{-1}$) foi alcançada com a aplicação do RH1 (irrigação de salvação) (Figura

1A). A maior TCH ($196,6 \text{ Mg ha}^{-1}$) foi obtida com a aplicação do RH4, que corresponde à reposição de 150% da ETc da cultura ($1.438,4 \text{ mm}$) (Figura 1D), representando um acréscimo de 17,6% em relação à irrigação de salvação ($901,3 \text{ mm}$), ou seja, a aplicação adicional de $537,1 \text{ mm}$ de água proporcionou um ganho de $29,4 \text{ Mg}$ de colmos por hectare ($54,7 \text{ kg ha}^{-1}$ por mm de água). A cana-de-açúcar é uma planta de metabolismo fotossintético C4 e, desde que haja disponibilidade adequada de radiação solar e água, possui elevada capacidade de conversão de carboidratos em biomassa (Inman-Bamber; Smith, 2005).

O desdobramento do efeito da interação entre RH e cultivares mostrou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) em termos de produtividade de colmos apenas com a aplicação da irrigação de salvação ($901,3 \text{ mm}$) e RH4 ($1.438,4 \text{ mm}$), justamente os regimes hídricos extremos avaliados (Figura 1). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) em TCH entre as cultivares avaliadas, quando submetidas a 50% e 100% de ETc. Sob irrigação de salvação, as cultivares RBUFRPE01 ($210,0 \text{ Mg ha}^{-1}$) e RBUFRPE02 ($192,7 \text{ Mg ha}^{-1}$) foram as mais produtivas. Portanto, caso o produtor não tenha condições de repor plenamente a demanda hídrica da cana-de-açúcar, recomenda-se usar as variedades RBUFRPE01 e RBUFRPE02.

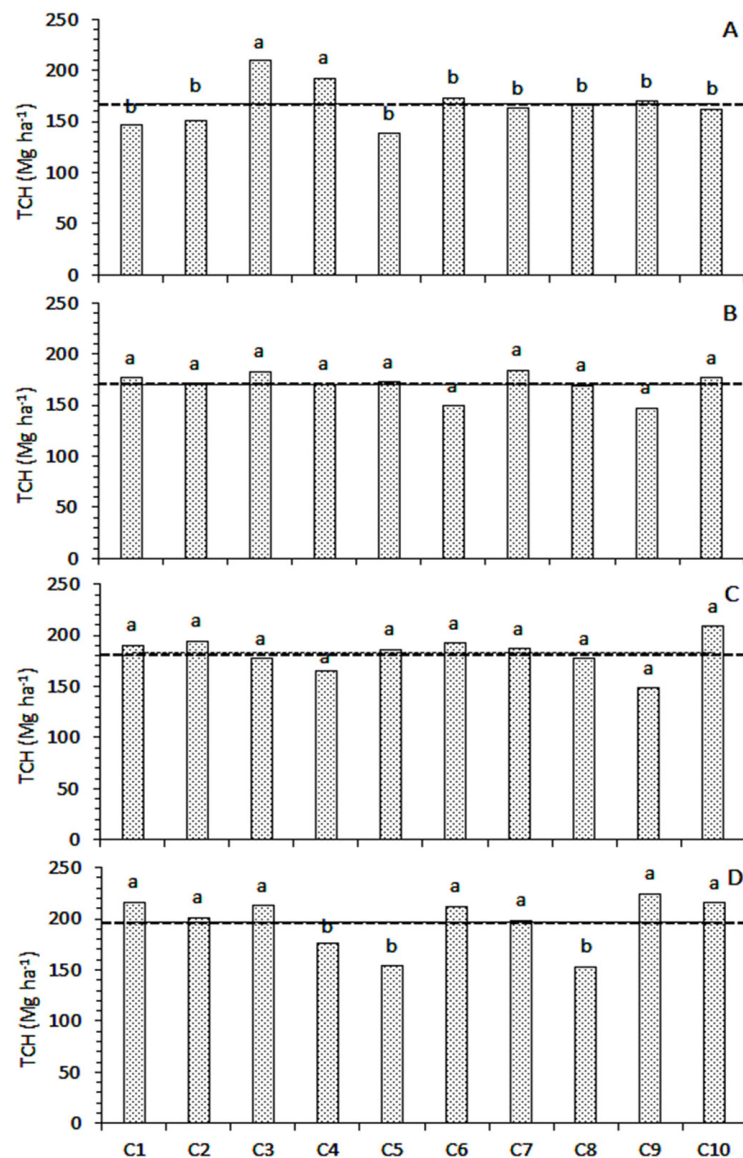


Figura 1. Produtividade de colmos das cultivares de cana-de-açúcar em cada regime hídrico aplicado. A: irrigação de salvação; B: 50% ETc; C: 100% ETc; D: 150% ETc; C1: RB943538; C2: RB935744; C3: RBUFRPE01; C4: RBUFRPE02; C5: RBUFRPE03; C6: RB036066; C7: RB977540; C8: RB987935; C9: RB92579; C10: RB867515.

Por outro lado, com a aplicação da maior lâmina total de água (RH4), as cultivares mais produtivas foram RB943538 (216,6 Mg ha⁻¹), RB935744 (201,4 Mg ha⁻¹), RBUFRPE01 (212,8 Mg ha⁻¹), RB036066 (212,3 Mg ha⁻¹), RB977540 (198,6 Mg ha⁻¹), RB92579 (224,8 Mg ha⁻¹) e RB867515 (215,8 Mg ha⁻¹). A cultivar RBUFRPE03 foi novamente a menos produtiva (154,2 Mg ha⁻¹) (Figura 1D).

Avaliando-se o comportamento produtivo das cultivares em todos os regimes hídricos, observa-se que as cultivares RB943538, RB935744, RBUFRPE01, RB036066, RB977540, RB92579 e RB867515 responderam de forma linear à aplicação das lâminas totais de água (Figuras 2A e 2B), indicando que essas cultivares são altamente responsivas à irrigação. Considerando-se as lâminas totais de água avaliadas nesse estudo (Tabela 2), as maiores TCHs para essas cultivares foram alcançadas com a aplicação da maior lâmina aplicada (1.438,4 mm), a saber: RB943538 (217,6 Mg ha⁻¹), RB935744 (206,7 Mg ha⁻¹), RBUFRPE01 (210,2 Mg ha⁻¹), RB036066 (214,8 Mg ha⁻¹), RB977540 (199,3 Mg ha⁻¹), RB92579 (204,3 Mg ha⁻¹) e RB867515 (209,1 Mg ha⁻¹) (Tabela 3). Porém, comportamento linear crescente em termos de TCH em resposta à aplicação de água deve ser complementado com uma avaliação econômica, em que se considerem

custos diretos e indiretos da água aplicada. A irrigação com maiores lâminas de água só deve ser aplicada em condição da relação benefício – custo positiva.

Por outro lado, as cultivares RBUFRPE02, RBUFRPE03 e RB987935 apresentaram comportamento quadrático à aplicação das lâminas totais de água (Figura 2C). Nesse caso, recomenda-se a aplicação de água até atingir o ponto de máxima resposta agrônômica. Para a cultivar RBUFRPE02, a máxima TCH obtida foi 213,4 Mg ha⁻¹, com a aplicação de 1.126,6 mm de água, o que resulta em uma eficiência de uso da água (EUA) de 18,9 kg ha⁻¹ de colmos por m³ de água aplicada. Para a cultivar RBUFRPE03, a máxima TCH (193,4 Mg ha⁻¹) foi alcançada com a aplicação de 1.176,6 mm de água, resultando em uma EUA de 16,4 kg ha⁻¹ de colmos por m³ de água aplicada.

Para a cultivar RB987935, a máxima TCH (174,9 Mg ha⁻¹) foi alcançada com a aplicação de 1.121,9 mm de água, resultando em uma EUA de 15,6 kg ha⁻¹ de colmos por m³ de água aplicada. Isso significa dizer que, sob as mesmas condições de custo de produção e de irrigação, deve-se, portanto, optar em ordem pelas cultivares RBUFRPE02, RBUFRPE03 e RB987935 por apresentarem melhor eficiência de uso da água.

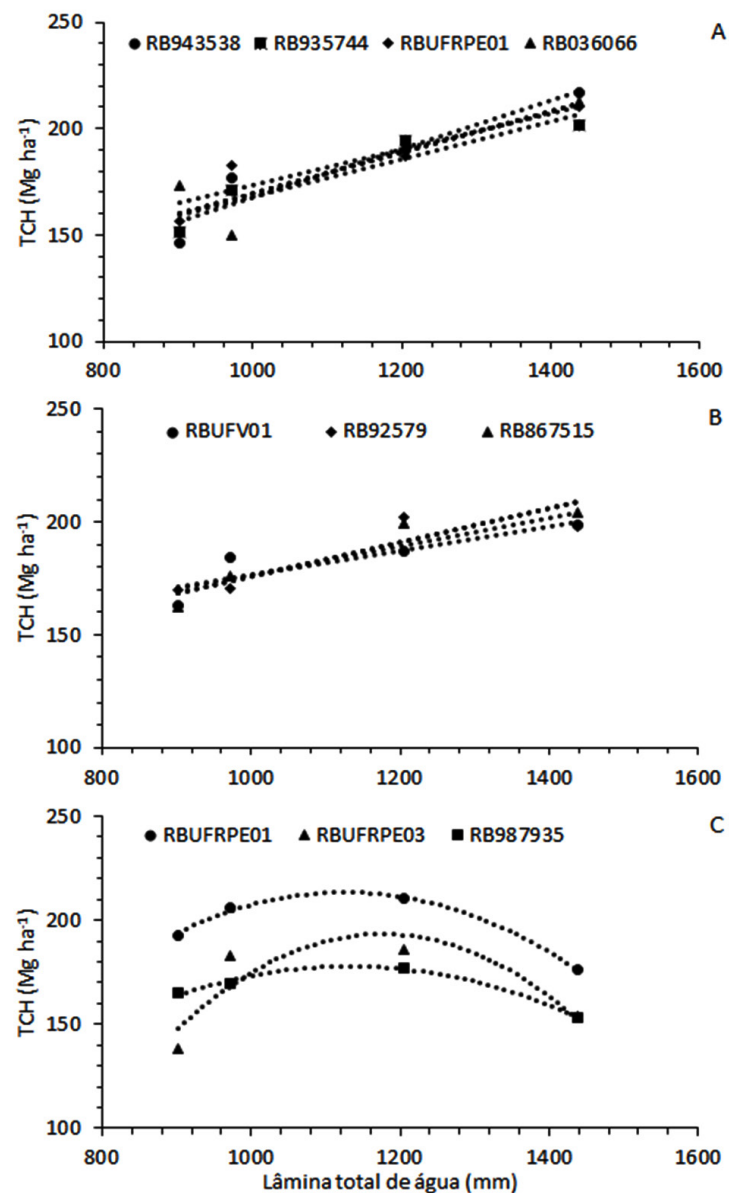


Figura 2. Curvas de produtividade de colmos das cultivares de cana-de-açúcar em função das lâminas totais de água aplicadas em cada regime hídrico.

Tabela 3. Equações de regressão para produtividade de colmos (TCH, Mg ha⁻¹) em função das lâminas totais de água aplicada (L, mm) em cultivares de cana-de-açúcar. Usina Comvap, União, PI, 2015.

Cultivar	Equação de regressão	L (mm)	V. est. (Mg ha ⁻¹)	R ²
RB943538	TCH = 53,778 + 0,1139***L	1438,4	217,6	0,90**
RB935744	TCH = 79,887 + 0,0882**L	1438,4	206,7	0,88*
RBUFRPE01	TCH = 89,43064 + 0,08393**L	1438,4	210,2	0,85**
RBUFRPE02	TCH = -272,67984 + 0,86292*L - 0,00038*L ²	1126,6	213,4	0,99°
RBUFRPE03	TCH = -637,44324 + 1,41228**L - 0,00060**L ²	1176,6	193,4	0,77**
RB036066	TCH = 75,555 + 0,0968**L	1438,4	214,8	0,78*
RB977540	TCH = 123,058 + 0,053°L	1438,4	199,3	0,87**
RB987935	TCH = -152,386 + 0,5834**L - 0,00026**L ²	1121,9	174,9	0,98**
RB92579	TCH = 114,58474 + 0,06236*L	1438,4	204,3	0,76*
RB867515	TCH = 99,54429 + 0,07617**L	1438,4	209,1	0,89**

Níveis de significância dos coeficientes da equação de regressão: ** 0,001 ≥ p > 0,01; * 0,05 ≥ p > 0,01 pelo teste "t". Níveis de significância para o coeficiente de determinação (R²): ° 0,10 ≥ p > 0,05; * significativo a 0,01 < p ≤ 0,05; ** significativo a p ≤ 0,01 pelo teste "F".

V. est.: valor estimado de produção de colmos.

Referências

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

ANDRADE JUNIOR, A. S. de; BASTOS, E. A.; RIBEIRO, V. Q.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; SILVA, P. H. S. da. Stalk yield of sugarcane cultivars under different water regimes by sub-surface drip irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 3, p.169-174, 2017.

BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de. **Boletim agrometeorológico de 2013 para o Município de Teresina, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2014. 38 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 228).

CARVALHO, C. M. de; AZEVEDO, H. M. de; DANTAS NETO, J.; FARIAS, C. H. de A.; SILVA, C. T. S. da; GOMES FILHO, R. R. Rendimento de açúcar e álcool da cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 1, p. 72-77, jan./mar. 2009.

CONAGIN, A.; JORGE, J. de P.N. Delineamento (1/5)(5x5x5) em blocos. **Bragantia**, v. 41, n. 1, p. 155-168, set. 1982. Artigo n. 16.

FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Eficiência no uso da água na cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de zinco no Litoral Paraibano. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 3, p. 494-506, 2008.

FERREIRA JUNIOR, R. A.; SOUZA, J. L. de; ESCOBEDO, J. F.; TEODORO, I.; LYRA, G.

B.; ARAUJO NETO, R. A. de. Cana-de-açúcar com irrigação por gotejamento em dois espaçamentos entrelinhas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 8, p. 798-804, 2014.

GAVA, G. J. de C.; SILVA, M. de A.; SILVA, R. C. da; JERONIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S.; KOLLN, O. T. Produtividade de três cultivares de cana-de-açúcar sob manejos de sequeiro e irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 250-255, 2011.

GIL, M.; SINOBAS, L. R.; JUANA, L.; SANCHEZ, R.; LOSADA, A. Emitter discharge variability of subsurface drip irrigation in uniform soils: effect on water-application uniformity. **Irrigation Science**, v. 26, n. 6, p. 451-458, Sep. 2008.

INMAN-BAMBER, N. G.; SMITH, D. M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, v. 92, n. 2-3, p. 185-202, June 2005.

NOGUEIRA, M.C.S. **Experimentação agrônômica I: conceitos, planejamento e análise estatística**. Piracicaba: M.C.S. Nogueira, 2007. 479 p.

OLIVEIRA, A. J. de; RAMALHO, J. (Coord.). **Plano Nacional de Agroenergia: 2006-2011**. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.

OLIVEIRA, E. C. A. de; FREIRE, F. J.; OLIVEIRA, A. C. de; SIMÕES NETO, D. E.; ROCHA, A. T. da; CARVALHO, L. A. de. Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 6, p. 617-625, jun. 2011.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: ESALQ, 2009. 451 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 15).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRE-RAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT® 14.1 user's guide**. Cary, 2015. Disponível em: <[http://](http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/68162/PDF/default/statug.pdf)

support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/68162/PDF/default/statug.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2016.

SILVA, M. de A.; SILVA, J. A. G. da; ENCISO, J.; SHARMA, V.; JIFON, J. Yield components as indicators of drought tolerance of sugarcane. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 6, p. 620-627, Nov./Dec. 2008.

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. 2.ed.rev.ampl. Brasília, DF: Embrapa; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 582 p.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires, Caixa Postal 01
CEP 64008-780, Teresina, PI
Fone: (86) 3198-0500
Fax: (86) 3198-0530
www.embrapa.br/meio-norte
Sistema de atendimento ao Cliente(SAC)
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição (2018): formato digital



Comitê Local de Publicações da Unidade Responsável

Presidente

Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo

Secretário-Executivo

Jeudys Araújo de Oliveira

Membros

Edvaldo Sagrilo, Lígia Maria Rolim Bandeira,

Luciana Pereira dos Santos Fernandes,

Orlane da Silva Maia, Humberto Umbelino de

Sousa, Francisco das Chagas Monteiro, Jose

Almeida Pereira, Pedro Rodrigues de Araújo

Neto, Carolina Rodrigues de Araujo, Francisco

de Brito Melo, Maria Teresa do Rêgo Lopes,

Jefferson Francisco Alves Legat, Karina

Neoob de Carvalho Castro

Supervisão editorial

Lígia Maria Rolim Bandeira

Revisão de texto

Lígia Maria Rolim Bandeira

Normalização bibliográfica

Orlane da Silva Maia (CRB 3/915)

Editoração eletrônica

Jorimá Marques Ferreira

Foto da capa

Aderson Soares de Andrade Júnior