

## **QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO PULSADO E CONTÍNUO**

Sirleide Maria de Menezes<sup>1</sup>, Gerônimo Ferreira da Silva<sup>2</sup>, Wellisson José Maurício de Andrade<sup>3</sup>, Maria Catiana de Vasconcelos<sup>4</sup>, Madson Rafael Barbalho da Sillva<sup>5</sup>, Manassés Mesquita da Silva<sup>6</sup>

**RESUMO:** Considerando a importância da irrigação para a estabilidade dos cultivos irrigados, objetivou-se avaliar a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob lâminas de irrigação por gotejamento pulsado e contínuo. O experimento foi realizado na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do Carpina (EECAC), unidade de pesquisa da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) no período de dezembro de 2019 a dezembro de 2020, em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2x5 (tipos de aplicação x lâminas de irrigação) com quatro repetições. Para o tipo de aplicação da irrigação pulsada foram definidos quatro pulsos de irrigação com intervalos de 40 minutos. As variáveis analisadas foram: teor de sólidos solúveis totais (°Brix), teor de sacarose de caldo (Pol), teor de sacarose da cana (PC), fibra e açúcares totais recuperáveis (ATR). O aumento na disponibilidade hídrica do solo reduziu o Brix, o POL e a PC da cana. A técnica da irrigação pulsada aumentou os teores de POL e fibra, e reduziu a produtividade de ATR.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação por pulso, manejo de irrigação, deficit hídrico

## **TECHNOLOGICAL QUALITY OF SUGAR CANE UNDER PULSED AND CONTINUOUS DRIP IRRIGATION DEPTHS**

**ABSTRACT:** Considering the importance of irrigation for the stability of irrigated crops, the objective was to evaluate the technological quality of sugarcane under continuous and pulsed drip irrigation. The experiment was carried out at the Carpina Sugarcane Experimental Station

<sup>1</sup> Doutoranda, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

<sup>4</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, CEP 52171-900, Recife, PE. E-mail: katianna.vasconcelos22@gmail.com

<sup>5</sup> Mestrando, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

(EECAC), a research unit of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE) from december 2019 to december 2020, in a randomized block experimental design. 2x5 factorial (types of application x irrigation depths) with four replications. For the type of application of pulsed irrigation, four irrigation pulses were defined at 40-minute intervals. The analyzed variables were: total soluble solids content ( $^{\circ}$ Brix), juice sucrose content (Pol), sugarcane sucrose content (PC), fiber and total recoverable sugars (ATR). The increase in soil water availability reduced the Brix, POL and PC of sugarcane. The pulsed irrigation technique increased the POL and fiber contents, and reduced the ATR yield.

**KEYWORDS:** Pulse irrigation, irrigation management, water deficit

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar representa o principal produto agrícola usado como matéria prima para a agroindústria na fabricação de açúcar e álcool (etanol). Cerca de 75% da produção mundial de açúcar (sacarose) é originado da cana-de-açúcar onde, parte desse açúcar é usado na produção de etanol como combustível renovável e há ainda a cogeração de eletricidade a partir da biomassa residual desse processo (SANTOS et al., 2019).

Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, sendo cultivada por pequenos, médios e grandes produtores. O Estado de Pernambuco tem uma participação importante no setor sucroalcooleiro do país, cuja safra 2019/2020 gerou uma produção de 12,52 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, representando 1,95% do total produzido no país (CONAB, 2020).

A instabilidade climática representa uma das principais ameaças para a expansão do setor sucroalcooleiro, limitando a produtividade e qualidade dos canaviais. Diante das irregularidades pluviométricas e da escassez de recursos hídricos a irrigação torna-se fundamental para otimizar a produção de cana-de-açúcar. São vários os estudos científicos que comprovam a eficiência da irrigação em aumentar a produtividade da cana-de-açúcar em relação ao cultivo não irrigado (PIRES et al., 2014; BASTOS et al., 2015; PERIN et al., 2019; DIAS & SENTELHAS, 2019). No entanto, a água utilizada para estes fins deve ser cuidadosamente gerenciada, para minimizar o desperdício e reduzir os custos de produção a fim de manter a sustentabilidade econômica do sistema (MANSOUR et al., 2017).

A implementação de novas tecnologias e o aprimoramento de técnicas nos sistemas de cultivos irrigados que visem otimizar o uso da água são necessárias para garantir o desenvolvimento de uma agricultura intensiva e sustentável. De acordo com Azad et al. (2015),

a pressão da sociedade por tecnologias mais sustentáveis impulsionou a agricultura de precisão e contribuiu significativamente para a adoção de técnicas que promovem maior eficiência no uso da água. A esse respeito, tem-se a irrigação por pulsos, uma técnica empregada dentro do manejo de irrigação, que proporciona melhor aproveitamento da água aplicada, reduzindo as perdas de água e o gasto com energia (ZAMORA et al., 2019).

A qualidade tecnológica da cana-de-açúcar é relevante para a produção de etanol e açúcar e pode ser utilizada como indicativo do manejo adequado da irrigação em uma área irrigada (OLIVEIRA et al., 2016). Desse modo, objetivou-se avaliar a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob lâminas de irrigação por gotejamento pulsado e contínuo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do Carpina (EECAC), unidade de pesquisa da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) localizada em Carpina (7°51'24" S, 35°14'16" W, a 180 m de altitude) no período de dezembro de 2019 a dezembro de 2020. O clima da região é do tipo As Megatérmico Tropical (tropical úmido), de acordo com a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2014).

O solo da área experimental é classificado como ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrupto (EMBRAPA, 2013). Antes da implantação do experimento realizou-se a caracterização química e física do solo da área experimental, cujo resultados encontram-se na Tabela 1. Visando-se corrigir a acidez do solo e elevar o pH do mesmo a uma faixa considerada com adequada para a cana-de-açúcar foi realizada uma aplicação de calcário dolomítico, na dose de 0,5 Mg ha<sup>-1</sup>, de acordo com recomendação proposta por Cavalcanti et al. (2008).

**Tabela 1.** Características físicas e químicas do solo, em diferentes profundidades, da área experimental realizada antes da instalação do experimento, Carpina-PE, 2019.

Camada	Caracterização química												
	pH	P	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	SB	CTC	m	V	M.O.
m	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	cmol·dm <sup>-3</sup>								—%—	g kg <sup>-1</sup>	
0-0,20	5,8	12,0	5,16	1,05	0,06	0,12	0,0	2,8	6,39	9,19	0,0	69,53	1,98
0,20-0,40	5,9	12,0	2,31	0,93	0,04	0,07	0,0	3,0	3,35	6,35	0,0	52,76	1,88

Camada	Caracterização física								
	Areia	Silte	Argila	Textura	Ds	Dp	θ <sub>cc</sub>	θ <sub>MP</sub>	
m	%			-	g cm <sup>-3</sup>		m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>		
0-0,20	70,9	12,0	17,1	Franco arenoso	1,36	2,63	0,15	0,10	
0,20-0,40	71,0	9,9	19,1	Franco arenoso	1,31	2,56	0,18	0,12	

SB: Soma de Bases; CTC: Capacidade de Troca de Cátions; m: Saturação por alumínio; V: Saturação por bases; M.O: Matéria Orgânica; Ds: Densidade do Solo; Dp: Densidade de Partículas; θ<sub>cc</sub> e θ<sub>MP</sub>: Respectivamente, Umidade Volumétrica do Solo na Capacidade de Campo e no Ponto de Murcha Permanente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5 (tipos de aplicação x lâminas de irrigação) com quatro repetições, totalizando 40 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos por dois tipos de aplicação da irrigação diária

(pulsada e contínua) e cinco lâminas de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) (40, 60, 80, 100 e 120%). Para a condição da irrigação pulsada foram definidos 4 pulsos com intervalo de repouso de 40 minutos.

A adubação foi realizada com base na análise química do solo, sendo o fósforo aplicado de forma convencional por ocasião do plantio e seguindo recomendação de Simões Neto et al. (2011). As adubações com nitrogênio e com potássio seguiram recomendações propostas por Cavalcanti et al. (2008), onde o nitrogênio e o potássio foram parcelados, aplicando-se 50% da dose recomendada de ambos fertilizantes de forma convencional no plantio, e 50% aplicada via fertirrigação.

O preparo do solo foi realizado de forma convencional, com uma subsolagem para descompactação das camadas mais profundas do solo, seguida de uma gradagem pesada para aração do solo e a uma sulcagem com 25 cm de profundidade para a realização do plantio. A variedade utilizada foi RB 041443. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento subsuperficial, composto por fitas de gotejo com emissores do tipo autocompensantes com vazão de  $1 \text{ L h}^{-1}$ , bomba centrífuga, sistema de filtragem e retrolavagem, venturi para injeção dos fertilizantes e registros individuais do tipo esfera para controle da aplicação dos tratamentos.

Para a determinação diária da ETc utilizou-se a metodologia do tanque classe A preconizada por Doorenbos & Pruitt (1977), e o coeficiente de cultivo (Kc) sugerido por Doorenbos & Kassam (1994). O tempo de irrigação de cada tratamento foi determinado considerando-se a lâmina bruta de irrigação, obtida pela relação entre ETc e a eficiência nominal (95%) do sistema de irrigação. A irrigação foi realizada de forma complementar no período de menor índice pluviométrico da região, correspondente aos meses de agosto a novembro de 2020.

Ao final do ciclo, por ocasião da colheita, foi retirada uma amostra de colmos da área útil de cada parcela experimental para a caracterização da qualidade industrial da cana-de-açúcar. O material foi triturado (forrageira) e homogeneizado (betoneira), posteriormente foi retirado uma subamostra de 0,5 kg de colmo de cada amostra, em seguida foi submetido a uma pressão de  $250 \text{ kgf cm}^{-2}$ , durante um minuto, através de uma prensa hidráulica, resultando em duas frações: caldo (CA) e bagaço úmido (BU). As variáveis analisadas foram: teor de sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), teor de sacarose do caldo (Pol), teor de sacarose da cana (PC), fibra e açúcares totais recuperáveis (ATR), determinadas de acordo com metodologia preconizada por Consecana (2006).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade, homocedasticidade e posteriormente à análise de variância (ANAVA) pelo teste F ( $p < 0,05$ ). As lâminas de irrigação foram comparadas mediante análise de regressão ( $p < 0,05$ ) e os tipos de aplicação mediante teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), bem como as suas interações, utilizando-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados podem ser verificados por meio da análise de variância (Tabela 2), que houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) dos fatores tipos de aplicação e lâminas de irrigação de forma isolada sobre o teor de sacarose do caldo (POL), efeito significativo apenas das lâminas de irrigação ( $p < 0,01$ ) sobre o teor de sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix) e o teor de sacarose da cana (PC), e efeito significativo ( $p < 0,01$ ) apenas dos tipos de aplicação sobre o teor de fibra e os açúcares totais recuperáveis (ATR).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar (cana-planta), variedade RB 041443, sob efeito das lâminas de irrigação pulsada e contínua

FV	GL	Quadrado Médio				
		$^{\circ}$ Brix (%)	POL (%)	PC (%)	Fibra(%)	ATR (kg Mg <sup>-1</sup> )
Tipo de Aplicação (TA)	1	2,18 <sup>ns</sup>	4,30 <sup>**</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>**</sup>	391,25 <sup>**</sup>
Lâminas (L)	4	13,98 <sup>**</sup>	2,44 <sup>**</sup>	3,29 <sup>*</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	16,98 <sup>ns</sup>
TA x L	4	1,09 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	5,24 <sup>ns</sup>
Blocos	3	0,75 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	1,82 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	26,35 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	0,72 <sup>ns</sup>	0,50	0,88	0,14	19,79
CV	%	3,98	3,65	5,43	2,54	2,66

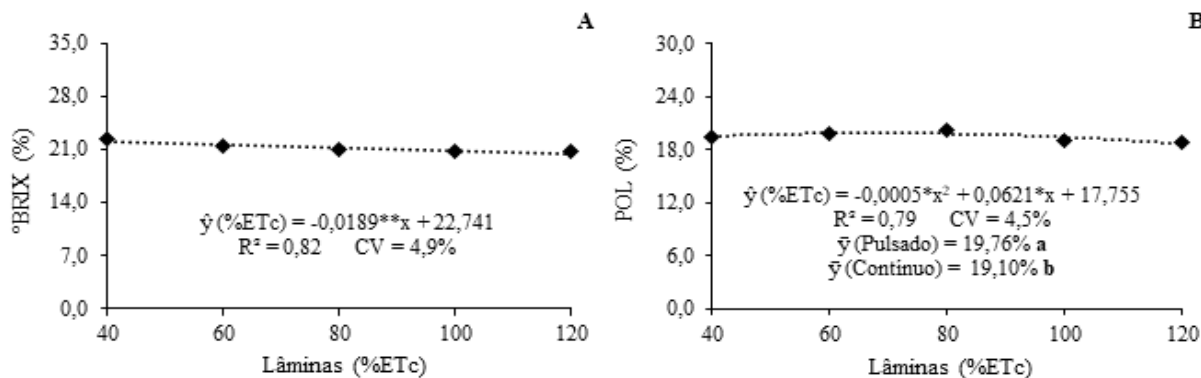
GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; \*\* significativo a 0,01 de probabilidade; ns = não significativo.

De acordo com os dados do Brix da cana-de-açúcar (Figura 1A), observou-se uma redução linear de 1,9% a cada aumento das lâminas de irrigação, com uma redução total de 6,87% entre as lâminas de 40 e 120% da ETC. Estudando a cultura da cana-de-açúcar sob efeito de lâminas de irrigação, Costa et al. (2019) também obtiveram redução linear do Brix com o aumento da lâmina de irrigação. De acordo com os resultados deste estudo, observa-se que, o aumento da umidade do solo durante o estágio de maturação da cana-de-açúcar provoca um efeito indesejável para a cultura.

Em seu estudo, Oliveira & Braga (2019) também obtiveram redução no Brix da cana-de-açúcar com o aumento da disponibilidade hídrica. Acredita-se que, com o aumento da disponibilidade hídrica no solo, ocorre uma maior concentração de água nos colmos resultando em maior diluição dos sólidos no caldo.

O POL na cana-de-açúcar (Figura 1B) atingiu seu valor máximo de 19,68% na lâmina de irrigação correspondente 62,1% da ETC, resultando em um incremento de 1,24% em relação a menor lâmina aplicada (40% da ETC). Corroborando com estes resultados, Oliveira & Braga

(2019) observaram que o aumento da disponibilidade hídrica no solo reduziu o POL na cana-de-açúcar. Assim como ocorreu com o Brix da cana, o POL também pode ter sofrido um efeito de diluição dos açúcares devido ao acúmulo de água nos colmos.



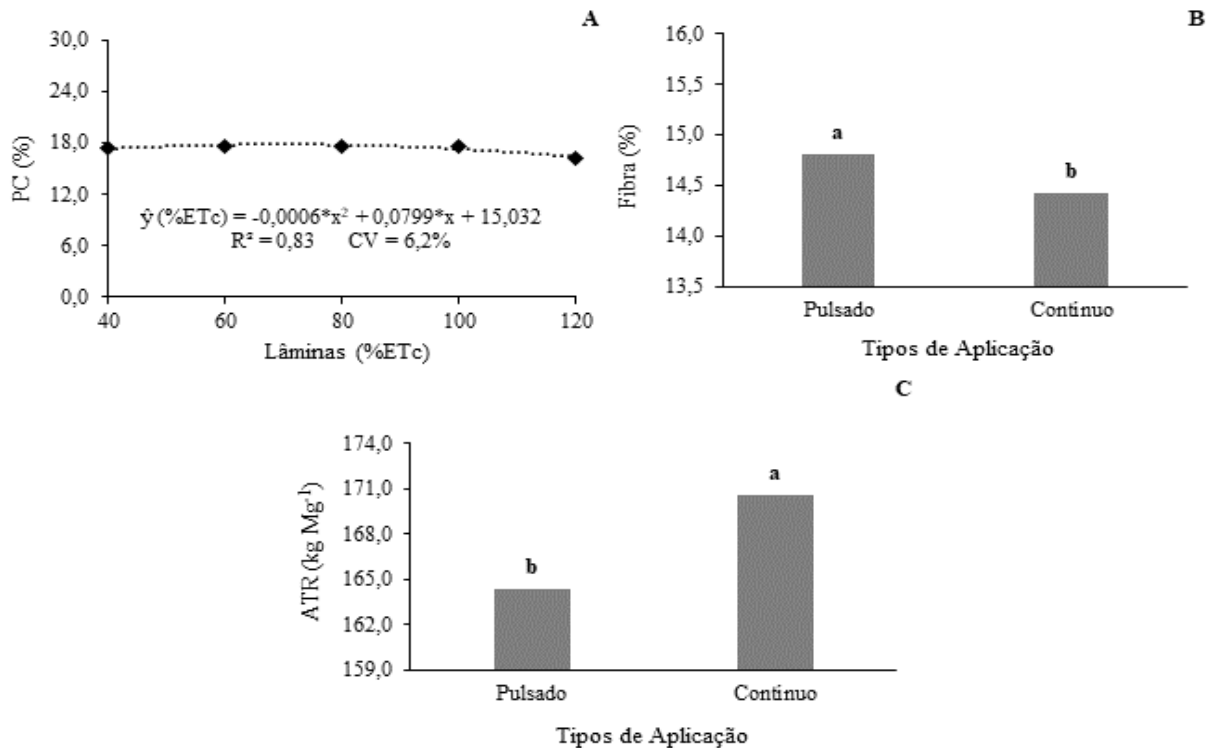
**Figura 1.** Teor de sólidos solúveis (°Brix) em função das lâminas de irrigação (A) e teor de sacarose do caldo (POL) sob efeito isolado das lâminas e dos tipos de aplicação da irrigação (B). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de aplicação da irrigação (pulsada e contínua) pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Analisando os tipos de aplicação, a irrigação pulsada apresentou um incremento de 3,46% no POL da cana em relação a irrigação contínua (Figura 1B). Tais resultados podem estar associados ao fato da irrigação pulsada contribuir para a manutenção constante da umidade do solo, possibilitando condições adequadas para a deposição de açúcares pela cultura.

A PC na cana (Figura 2A), atingiu seu valor máximo de 17,69% na lâmina correspondente a 66,6% da ETc, representando um incremento de 2,43% em relação a lâmina de 40% da ETc. Ripoli & Ripoli (2004), estabelecem como teores ideais de PC da cana, valores superiores a 14%, estando os resultados deste estudo acima daqueles recomendados pelos autores.

Oliveira et al. (2015) estudando os efeitos do estresse hídrico na cana-de-açúcar, também observaram que o aumento da lâmina de irrigação reduziu a PC da cana. Assim como constatado para o Brix e para o POL da cana, houve também o efeito diluição com o aumento da lâmina de irrigação para a variável PC da cana.

O teor de fibra na cana (Figura 2B) para o tipo de aplicação pulsado foi de 14,81%, valor este que corresponde a 2,78% maior ao obtido com a irrigação contínua (14,41%). Costa et al. (2019) obtiveram um teor médio de fibra de 13,37%, Oliveira & Braga (2019) obtiveram teor médio de 15,82%. De acordo com Prado et al. (2017) o teor de fibra da cana-de-açúcar apresenta grande importância na indústria canavieira em relação aos aspectos agrícolas, uma vez que, variedades mais ricas em fibra têm maior resistência ao tombamento mesmo quando submetidas à despalha, e geralmente, são mais resistentes a penetração de pragas no colmo; porém, é um fator indesejado para a produção de etanol e açúcar pois ocorre diminuição da qualidade e da produção.



**Figura 2.** Teor de sacarose da cana (PC) em função das lâminas de irrigação (A), fibra (B) e açúcar total recuperável (ATR) (C) sob efeito dos tipos de aplicação da irrigação. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de aplicação da irrigação (pulsada e contínua) pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Com relação ao ATR da cana, (Figura 2C) o tipo de aplicação contínua foi 3,80% superior a irrigação pulsada, com médias de 170,6 e 164,4 kg Mg<sup>-1</sup>, respectivamente. Costa et al. (2019) obtiveram uma produtividade de ATR de 161,02 kg Mg<sup>-1</sup>, valor este inferior ao obtido com a irrigação pulsada neste trabalho. O padrão de ATR obtido para o estado de Pernambuco, de acordo com Simões Neto et al. (2009) é de 119 kg Mg<sup>-1</sup>, estando assim, os resultados obtidos com o presente estudo utilizando a técnica de irrigação pulsada, superiores ao valor recomendado pelo autor.

## CONCLUSÕES

O aumento na disponibilidade hídrica do solo reduziu os teores de sólidos solúveis (°Brix), sacarose do caldo (POL) e sacarose da cana (PC). A técnica da irrigação pulsada aumentou os teores de sacore no caldo e fibra, e reduziu a produtividade de açúcar total recuperável (ATR).

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2014.
- AZAD, M. A. S.; ANCEV, T.; SANCHO, F. H. Efficient water use for sustainable irrigation industry. **Water Resources Management**, v. 29, p. 1683-1696, 2015.
- BASTOS, A. V. S.; OLIVEIRA, R. C.; FURTADO, N.; TEIXEIRA, M. B.; ANTONIO, F.; SOARES, L.; CABRAL, E. Productivity and dry matter accumulation of sugarcane crop under irrigation and nitrogen application at Rio Verde GO, Brazil. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 14, p. 2374-2384, 2015.
- CAVALCANTI, F. L. A.; SANTOS, J. C. P.; PEREIRA, J. R.; LEITE, J. P.; SILVA, M. C. L.; FREIRE, F. J.; SILVA, D. J.; SOUSA, A. R.; MESSIAS, A. S.; FARIA, C. M. B.; BURGOS, N.; LIMA JÚNIOR, M. A.; GOMES, R. V.; CAVALCANTI, A. C.; LIMA, J. F. V. F. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco**. 2008. 212p.
- CONAB - Companhia Brasileira de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar, safra 2020/2021**. Segundo levantamento, v. 7, n. 2, p. 1-64, 2020.
- CONSECANA. Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. **Manual de Instruções**. Ed. CONSECANA-SP, Piracicaba - SP, 2006. 112p.
- COSTA, A. R. F. C.; ROLIM, M. M.; SIMÕES NETO, D. E.; SILVA, M. M.; SILVA, G. F.; PEDROSA, E. M. R. Produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar submetida a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **Irriga**, v. 24, n. 1, p. 38-53, 2019.
- DIAS, H. B.; SENTELHAS, P. C. Dimensioning the impact of irrigation on sugarcane yield in Brazil. **Sugar Tech**, v. 21, n. 1, p. 29-37, 2019.
- DOORENBOS, J. Y.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. FAO Estudio de Riego y Drenaje, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, n. 24, 1977. 144p.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, (FAO. Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 33), 1994. 306p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ed. Brasília, 2013. 353p.



- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- MANSOUR, E.; ABDUL-HAMID, M. I.; YASIN, M. T.; QABIL, N.; ATTIA, A. Identifying drought-tolerant genotypes of barley and their responses to various irrigation levels in a Mediterranean environment. **Agricultural Water Management**, v. 194, p. 58-67, 2017.
- OLIVEIRA, A. R.; BRAGA, M. B. Variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes lâminas de reposição hídrica por gotejamento subsuperficial. **Energia na agricultura**, v. 33, n. 4, p. 350-363, 2019.
- OLIVEIRA, A. R.; BRAGA, M. B.; SANTOS, B. L. S.; WALKER, A. M. Biometria de cultivares de cana-de-açúcar sob diferentes reposições hídricas no Vale do Submédio São Francisco. **Energia na Agricultura**, v. 31, n. 1, p. 48-58, 2016.
- OLIVEIRA, A. R.; BRAGA, M. B.; WALKER, A. M. Comportamento vegetativo e qualidade tecnológica de cultivares de cana-de-açúcar submetidas ao estresse hídrico em condições semiáridas do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. Especial, p. 525-541, 2015.
- PERIN, V.; SENTELHAS, P. C.; DIAS, H. B.; SANTOS, E. A. Sugarcane irrigation potential in Northwestern São Paulo, Brazil, by integrating Agrometeorological and GIS tools. **Agricultural Water Management**, v. 220, p. 50-58, 2019.
- PIRES, R. C. M.; BARBOSA, E. A. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E.; SILVA, T. J. A. Effects of subsurface drip irrigation and different planting arrangements on the yields and technological quality of sugarcane. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 140, n. 9, p. 1-9, 2014.
- PRADO, E. A. F.; VITORINO, A. C. T.; MAUAD, M.; ENSINAS, S. C.; PAIM, L. R. Características tecnológicas da cana-de-açúcar sob aplicação de doses de vinhaça em Latossolo Vermelho distroférico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 4, p. 386-395, 2017.
- RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de Cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. 1ed. BARROS & MARQUES. Editoração Eletrônica, Piracicaba. 2004, 302p.
- SANTOS, L. C.; COELHO, R. D.; BARBOSA, F. S.; LEAL, D. P. V.; FRAGA JÚNIOR, E. F.; BARROS, T. H. S.; LIZCANO, J. V.; RIBEIRO, N. L. Influence of deficit irrigation on accumulation and partitioning of sugarcane biomass under drip irrigation in commercial varieties. **Agricultural Water Management**, v. 221, p. 322-333, 2019.

SIMÕES NETO, D. E.; OLIVEIRA, A. C.; FREIRE, F. J.; FREIRE, M. B. G. S.; NASCIMENTO, C. W. A.; ROCHA, A. T. Extração de fósforo em solos cultivados com cana-de-açúcar e suas relações com a capacidade tampão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 840-848, 2009.

SIMÕES NETO, D. E.; OLIVEIRA, A. C.; ROCHA, A. T.; FREIRE, F. J.; FREIRE, M. B. G. S.; NASCIMENTO, C. W. A. Níveis críticos de fósforo em solos cultivados com cana-de-açúcar em Pernambuco. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, p. 802-810, 2011.

ZAMORA, V. R. O.; SILVA, M. M. da; SILVA, G. F. da; SANTOS JÚNIOR, J. A.; MENEZES, D.; MENEZES, S. M. D. Pulse drip irrigation and fertigation water depths in the water relations of coriander. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 22-28, 2019.