

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

DESEMPENHO AGRONÔMICO E ATRIBUTOS
TECNOLÓGICOS DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR
SOB PARCELAMENTO DA IRRIGAÇÃO

Autor: Fernando Henrique Arriel
Orientador: Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira
Coorientador: Prof. Dr. Frederico Antônio L. Soares

Ceres – GO
Setembro – 2020

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

DESEMPENHO AGRONÔMICO E ATRIBUTOS
TECNOLÓGICOS DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR
SOB PARCELAMENTO DA IRRIGAÇÃO

Autor: Fernando Henrique Arriel
Orientador: Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira
Coorientador: Prof. Dr. Frederico Antônio L. Soares

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO, ao Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres – Área de concentração: Irrigação.

Ceres – GO
Setembro – 2020

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

DESEMPENHO AGRONÔMICO E ATRIBUTOS
TECNOLÓGICOS DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR
SOB PARCELAMENTO DA IRRIGAÇÃO

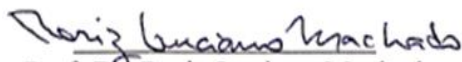
Autor: Fernando Henrique Arriel
Orientador: Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira
Coorientador: Prof. Dr. Frederico Antônio L. Soares

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado – Área de Concentração:
Irrigação

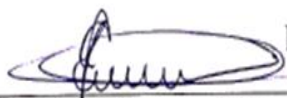
APROVADA em 20 de fevereiro de 2020.



Prof. Dr. Edson Cabral da Silva
Avaliador externo
PNPD/CAPES



Prof. Dr. Roriz Luciano Machado
Avaliador interno
IF Goiano/Campus Ceres



Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira
(Orientador)
IF Goiano/Campus Ceres

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

AA775d Arriel, Fernando Henrique
Desempenho agrônômico e atributos tecnológicos de
cultivares de cana-de-açúcar sob parcelamento da
irrigação / Fernando Henrique Arriel; orientador
Henrique Fonseca Elias de Oliveira; co-orientador
Frederico Antônio Loureiro Soares. -- Ceres, 2020.
37 p.

Dissertação (em Mestrado Profissional em
Irrigação no Cerrado) -- Instituto Federal Goiano,
Campus Ceres, 2020.

1. Saccharum officinarum. 2. Cana-planta. 3.
Reposição hídrica. I. Oliveira, Henrique Fonseca Elias
de, orient. II. Soares, Frederico Antônio Loureiro,
co-orient. III. Título.

Aos meus pais Geraldo e Maria Helena, por todo amor e confiança.

À minha namorada Fernanda, por todo apoio e compreensão.

A toda minha família, em especial, a meus irmãos André Luís e Vitor

Gabriel.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, com a interseção da Virgem Maria, Nossa Senhora Aparecida, por me darem força para caminhar e superar as dificuldades encontradas em cada dia de minha vida.

Aos meus pais Geraldo M. Arriel e Maria Helena de O. Arriel, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando em minhas decisões e acreditando junto comigo em meus sonhos.

À minha namorada, Fernanda Divina, pelo amor, carinho, compreensão e força, nestes dois anos de caminhada.

Aos meus irmãos André e Vitor Gabriel, por estarem ao meu lado compartilhando comigo os momentos de alegria e de dificuldades.

À minha avó, Doraci de O. Mendonça, mulher exemplo de superação, que tanto fez por mim.

Ao meu orientador Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira, pela orientação e compreensão de minhas dificuldades no decorrer destes dois anos.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Frederico Antônio L. Soares, pela paciência e ensinamentos passados.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres pela oportunidade de realizar o Mestrado em Irrigação no Cerrado.

À Capes, pelo apoio financeiro.

À Usina CRV Industrial, pela parceria firmada junto ao IF Goiano Campus Ceres, nos apoiando com o que foi necessário para a execução do experimento.

A todos os professores do Curso de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado, em especial, Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa, que esteve conosco durante toda a execução do experimento.

Aos amigos Eliaby José, Hélio Neto, Kênia Lorraine, Jackson Jordão, Lucas Eduardo e Pedro Henrique, por toda dedicação e ajuda na execução do projeto.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigado!

BIOGRAFIA DO AUTOR

FERNANDO HENRIQUE ARRIEL, filho de Geraldo M. Arriel e Maria Helena de O. Arriel, nasceu em 21 de fevereiro de 1993 em Rubiataba-GO. Em 2012, ingressou no curso de Bacharelado em Agronomia no Instituto Federal Goiano Campus Ceres, tendo recebido no ano de 2017 o título de Bacharel em Agronomia. Em 2018, iniciou o curso de Mestrado em Irrigação, também no Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Área de Concentração: Irrigação.

RESUMO GERAL

ARRIEL, FERNANDO HENRIQUE. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, fevereiro de 2020. **Desempenho agrônômico e atributos tecnológicos de cultivares de cana-de-açúcar sob parcelamento da irrigação.** Orientador: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira. Coorientador: Dr. Frederico Antônio L. Soares.

A cultura da cana-de-açúcar é altamente dependente da irrigação para garantir alta produtividade e qualidade industrial. Apesar de sua longa história de cultivo, o uso eficiente da água no cultivo da cana-de-açúcar ainda requer mais pesquisas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho vegetativo e produtivo e a qualidade industrial de duas cultivares de cana-de-açúcar (RB92579 e SP801816) cultivadas sob parcelamento da irrigação. O estudo foi conduzido em condições de campo, na região do Cerrado central do Brasil, utilizando um delineamento experimental inteiramente casualizado em um esquema de parcelas subdivididas, 5×2 , com quatro repetições. Os tratamentos experimentais de irrigação incluíram os parcelamentos: 0 + 0 mm, 20 + 40 mm, 30 + 30 mm, 40 + 20 mm e 60 + 00 mm, aplicados aos 60 e aos 150 dias após o plantio, cada. O teor de sólidos solúveis, o teor aparente de sacarose, o teor de fibra, a pureza do suco e o POL do caldo foram avaliados aos 420 dias após o plantio. A cultivar RB92579 apresentou teores de açúcares recuperáveis totais 11,89% e 8,86% maiores que os registrados para SP80-1816, nos tratamentos de irrigação de 40 + 20 mm e 60 + 0 mm, respectivamente. A produtividade de colmo de RB92579 atingiu 187,15 ton ha⁻¹ nas parcelas de 60 + 0 mm, ou seja, 42,16% superior à produtividade de colmo observada para SP80-1816. Ambas as cultivares apresentaram maiores índices qualitativos e quantitativos nos tratamentos que aplicaram maiores volumes de água na fase inicial da cultura, aos 60 dias após o plantio, coincidindo com a estação seca. A cultivar RB92579 mostrou-se melhor adaptada às condições prevalentes no estudo do que a SP80-1816.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*, açúcar total recuperável, cana-planta, déficit hídrico.

GENERAL ABSTRACT

ARRIEL, FERNANDO HENRIQUE. Instituto Federal Goiano (Goiano Federal Institute) Ceres Campus, Goiás State (GO), Brazil, February 2020. **Agronomic performance and technological attributes of sugarcane cultivars under irrigation installments.** Advisor: Dr. Oliveira, Henrique Fonseca Elias de. Co-advisor: Dr. Soares, Frederico Antônio L.

The sugarcane crop is highly dependent on irrigation to ensure high yield and industrial quality. Despite its long cultivation history, efficient water use in sugarcane cropping still warrants further research. This study aimed to evaluate the vegetative and productive performance, and the industrial quality of two sugarcane cultivars (RB92579 and SP801816) grown under split-irrigation management. The study was conducted under field conditions in the Cerrado central region of Brazil using a completely randomized experimental design laid in a 5 x 2 split-plot scheme with four replicates. Experimental irrigation treatments included the following: (0 + 0 mm, 20 + 40 mm, 30 + 30 mm, 40 + 20 mm, and 60 + 00 mm) applied at 60 and at 150 days after planting, each. Soluble solids content, apparent sucrose content, fiber content, juice purity, and broth POL were evaluated at 420 days after planting. Cultivar RB92579 registered total recoverable sugar contents 11.89% and 8.86% greater than those recorded for SP80-1816, in the 40 + 20 mm and the 60 + 0 mm irrigation treatments, respectively. Culm productivity of RB92579 reached 187.15 ton ha⁻¹ in the 60 + 0 mm plots, i.e., 42.16% higher than the culm productivity observed for SP80-1816. Both the cultivars showed higher qualitative and quantitative indices in treatments that applied higher volumes of water in the initial phase of the culture, at 60 days after planting, coinciding with the dry season. The cultivar RB92579 showed best adapted to the prevailing conditions in the study than SP80-1816.

Keywords: *Saccharum officinarum*, cane-plant, red latosol, total recoverable sugar, water deficit.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1	Características biométricas (altura de planta e diâmetro do caule) de duas cultivares de cana-de-açúcar (RB92579 e SP80-1816) em resposta ao parcelamento da lâmina de irrigação (00 mm + 00 mm; 20 mm + 40 mm; 30 mm + 30 mm; 40 mm + 20 mm e 60 mm + 00 mm) aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390 e 420 dias após plantio.....
	21
Tabela 2	Características biométricas (altura de planta, aos 300 e 420 dias após o plantio e diâmetro do caule aos 180, 390 e 420 dias após o plantio) de duas cultivares de cana-de-açúcar (RB92579 e SP80-1816) em resposta ao parcelamento da lâmina de irrigação (00 mm + 00 mm; 20 mm + 40 mm; 30 mm + 30 mm; 40 mm + 20 mm e 60 mm + 00 mm).....
	22
Tabela 3	Características tecnológicas (teor de sólidos solúveis, teor de sacarose, fibra, pol do caldo) de duas cultivares de cana-de-açúcar (RB92579 e SP80-1816) em resposta ao parcelamento da lâmina de irrigação (00 mm + 00 mm; 20 mm + 40 mm; 30 mm + 30 mm; 40 mm + 20 mm e 60 mm + 00 mm) aos 420 dias após o plantio.....
	24
Tabela 4	Características de rendimento (massa fresca do colmo, peso da planta, produtividade, tonelada de canas por hectare, açúcar total recuperável e açúcares redutores) de duas cultivares de cana-de-açúcar (RB92579 e SP80-1816) em resposta ao parcelamento da lâmina de irrigação (0 mm + 0 mm; 20 mm + 40 mm; 30 mm + 30 mm; 40 mm + 20 mm e 60 mm + 0 mm) aos 420 dias após o plantio.....
	26

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade de Medida
%	Porcentagem	-
*	Significativo a 1%	-
**	Significativo a 5%	-
°C	Grau Celsius	-
AP	Altura de planta	cm
AR	Açúcares redutores	%
ATR	Açúcares total recuperável	kg ton ⁻¹
cm	Centímetros	-
DAP	Dias após o plantio	-
DBC	Delineamento em Blocos Casualizados	-
DC	Diâmetro de Caule	mm
Fibra	Teor de fibra	%
kgf cm ⁻²	Quilograma força por centímetro quadrado	-
kg	Quilograma	-
m	Metro	-
m ³	Metro cúbico	-
MC	Massa fresca do colmo	kg
mm	Milímetros	-
Nº	Número	-
ns	Não significativo	-
PC	Pol do caldo	-
PLI	Parcelamento lâmina de irrigação	mm
POL	Teor de sacarose aparente	%
PROD	Produtividade Total	t ha ⁻¹
PP	Matéria fresca do ponteiro	kg
PPI	Matéria fresca da planta	kg
PZA	Pureza do suco	%
SS	Sólidos solúveis	°Brix
TCH	Toneladas de colmos por hectare	t ha ⁻¹

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	11
1.1 Referências.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 CAPÍTULO I –.....	15
3.1 Introdução.....	16
3.2 Material e métodos.....	18
3.2.1 Área experimental	18
3.2.2 Tratamentos.....	19
3.2.3 Variáveis avaliadas	19
3.2.4 Rendimento da cultura	20
3.2.5 Análise estatística.....	20
3.3 Resultados e discussão	20
3.3.1 Características biométricas	20
3.3.2 Características tecnológicas da cana-de-açúcar	23
3.3.3 Rendimento de colmos e sacarose	26
3.4 Conclusão.....	29
3.5 Agradecimentos.....	29
3.6 Referências.....	29

1 INTRODUÇÃO GERAL

Introduzida no Brasil pelos portugueses no período colonial, a cana-de-açúcar tornou-se uma das principais fontes de recursos financeiros (CARVALHO *et al.* 2017). O setor sucroenergético brasileiro passou por mudanças significativas ao longo dos anos, principalmente nos sistemas de produção, e hoje desempenha papel muito importante na economia nacional, considerando a produção de açúcar e de energia (etanol e eletricidade) (CARDOSO *et al.* 2019).

Dada a expansão da cultura da cana-de-açúcar para áreas marginais no Brasil, onde o alto déficit hídrico anual é comumente observado, como na região Centro-Oeste, Tocantins e sudoeste da Bahia, estudos sobre a irrigação estão se tornando importantes por ser a principal estratégia para melhorar os rendimentos de colmos e de sacarose e diminuir a mortalidade das plantas nessas regiões (DIAS; SENTELHAS, 2018).

O tipo de irrigação mais utilizado na cultura da cana-de-açúcar é o de salvamento, que consiste em aplicar uma lâmina de 40-80 mm de água após cada corte anual, com intuito de "salvar" a soca. Esta é a concepção de irrigação mais difundida e utilizada em canaviais, sobretudo pelo menor requerimento de água, menor custo e simplicidade de critérios de decisão (CAMPOS *et al.* 2013).

Entre os métodos de irrigação pressurizada utilizados no cultivo de cana-de-açúcar, destacam-se a irrigação por aspersão e os métodos localizados, como a irrigação por gotejamento subsuperficial (ANDRADE JUNIOR *et al.* 2017).

A adoção da prática de irrigação para a cana-de-açúcar deve estar inserida dentro de um contexto em que outras tecnologias sejam utilizadas para garantir maior produtividade, menor custo e, principalmente, máxima eficiência das lâminas de irrigação aplicadas.

O principal obstáculo para o aumento da produtividade é a interação genótipo x ambiente, que é influenciada por características específicas do solo, altitude e, mais especificamente, por padrões irregulares de chuva marcados por longas secas (DUTRA

FILHO *ET AL.* 2018). Os autores ressaltam ainda que cultivares mais produtivas e resistentes, com características favoráveis desenvolvidas por programas de melhoramento genético, são fundamentais para obter maiores produtividades a custos mais baixos e melhor qualidade. Diante deste aspecto, cultivares que se adaptem a menores regimes hídricos (estresse hídrico) são desejáveis, pois podem reduzir os custos com irrigação (OLIVEIRA, A. *et al.* 2016a).

Os componentes estruturais da cana-de-açúcar (biomassa dos colmos e sacarose) condicionam a produção de açúcar ou de álcool, sendo que o incremento de um deles pode aumentar o rendimento final da cultura (SILVA, T. *et al.* 2014). Portanto, uma redução adicional do custo global poderia ser obtida pelo desenvolvimento de culturas e seleção de variedades com características vantajosas, incluindo propriedades agronômicas como alta biomassa e produção de açúcar (BENJAMIN *et al.* 2014).

Segundo Teodoro *et al.* (2013), a produtividade agrícola da cana-de-açúcar varia em função da variedade, do método de irrigação, dos recursos naturais da região e, principalmente, com o ciclo de produção da cultura. Os mesmos autores ressaltam ainda que pesquisas relacionadas ao consumo de água pela cana-de-açúcar e ao manejo da irrigação se tornam cada vez mais frequentes e necessárias, uma vez que tal operação é um dos fatores de maior influência na produtividade agrícola, bem como no custo de produção. Assim, segundo Rodolfo Junior *et al.* (2016), o uso da irrigação é economicamente viável no cultivo da cana-de-açúcar no Centro-Oeste do Brasil, possibilitando incremento na produtividade de até 65,9%.

1.1 Referências

ANDRADE JUNIOR, Aderson S. de; BASTOS, Edson A.; RIBEIRO, Valdenir Q.; ATHAYDE SOBRINHO, Candido; SILVA, Paulo H.S. da. 2017. Stalk yield of sugarcane cultivars under different water regimes by subsurface drip irrigation. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 21, n. 3, 21:169-174, Campina Grande, mar. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n3p169-174>.

BENJAMIN, Y., GARCÍA-APARICIO, Maria P.; GÖRGENS, Johann F. 2014. Impact of cultivar selection and process optimization on ethanol yield from different varieties of sugarcane. *Biotechnology for Biofuels*, p. 1-17.

CAMPOS, Patrick Francino; RIBEIRO, Pedro Henrique Pinto; PEDROZO, Marcelo Augusto; SOARES, Rogério Augusto Bremm; ALVES JÚNIOR, José; EVANGELISTA, Adão Wagner Pego. 2013. Efeito de diferentes lâminas de reposição

hídrica e cobertura do solo com palha na produtividade da cana-de-açúcar. *Global Science and Technologia*, Rio Verde, v. 06, n. 2, p. 55-65, mai/ago. 2013.

CARDOSO, Terezinha de Fátima *et al.* 2019. A regional approach to determine economic, environmental and social impacts of different sugarcane production systems in Brazil. *Biomass and Bioenergy*, v. 120, April 2018, p. 9-20. Elsevier Ltd: 9-20. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.10.018>.

CARVALHO, Kassio S.; VIANNA Murilo S.; NASSIF, Daniel S.P.; COSTA, Leandro G.; FOLEGATTI, Marcos V.; MARIN, Fábio R. 2017. Assessing sugarcane evapotranspiration based on a biophysical approach. *International Journal of Current Research*, 9(4):48601-48610.

DIAS, Henrique Boriolo; SENTELHAS, Paulo Cesar. 2018. Dimensioning the Impact of Irrigation on Sugarcane Yield in Brazil. *Sugar Tech, Cham, Springer*, v. 21, n. 1, p. 29-37, 2019. <http://dx.doi.org/10.1007/s12355-018-0619-x> DOI: 10.1007/s12355-018-0619-x.

DUTRA FILHO, João de Andrade; CALSA JÚNIOR, Tercílio; SIMÕES NETO, Djalma Euzébio; SOUTO, Lauter Silva; LUNA, Rômulo Gil de; SOUZA Anielson dos Santos. 2018. Determination of the number of harvests to select elite sugarcane genotypes in North East Brazil. *Genetics and Molecular research*, 17(1): gmr16039869 DOI: 10.4238/gmr16039869.

OLIVEIRA, Anderson Ramos de; BRAGA, Marcos Brandão; SANTOS, Bruno Leonardo Santana; WALKER, Auriana Miranda. 2016a. Biometria de cultivares de cana-de-açúcar sob diferentes reposições hídricas no Vale do submédio São Francisco. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 31, n. 1, p.48-58, jan.-março, 2016. <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2016v31n1p48-58>.

RODOLFO JUNIOR, Francisco, RIBEIRO JÚNIOR, Walter Quadros; RAMOS, Maria Lucrecia Gerosa; ROCHA, Omar Cruz; BATISTA, Laryssa Maria Teles; SILVA, Fernando Antonio Macena da. 2016. Produtividade e qualidade de variedades de cana-de-açúcar de Terceira Soca sob Regime Hídrico Variável. *Nativa, Sinop*, v.4, n.1, p.36-43, jan./fev. 2016. Pesquisas Agrárias e Ambientais. DOI: 10.14583/2318-7670.v04n01a08.

SILVA, Thieres George Freire da; MOURA, Magna Soelma Beserra de; ZOLNIER, Sérgio; SOUZA, Luciana Sandra Bastos de. 2014. Biomassa seca acumulada , partições e rendimento industrial da cana-de-açúcar irrigada no Semiárido brasileiro. *Revista Ceres*, v. 61, n. 5, p. 686-696, Viçosa Sept./Oct. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201461050012>.

TEODORO, Iêdo; DANTAS NETO, José; SOUZA, José Leonaldo de; LYRA, Guilherme Bastos; BRITO, Klebson; SÁ, Leopoldo de Almeida; SANTOS, Marcos Antônio Liodorio dos; SARMANTO, Pedro Luã Vieira de souza. 2013. Isoquantas de produtividade da cana-de-açúcar em função de níveis de irrigação e adubação nitrogenada. *Irriga*, v. 18, n. 3, p. 387-401. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2013v18n3p387>

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho visou avaliar o desempenho vegetativo e produtivo de duas cultivares de cana-de-açúcar submetidas a diferentes parcelamentos da irrigação.

2.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste estudo:

- a) avaliar as características biométricas de crescimento de duas cultivares de cana-de-açúcar submetidas a diferentes parcelamentos da irrigação; e
- b) avaliar os índices tecnológicos de duas cultivares de cana-de-açúcar submetidas a diferentes parcelamentos da irrigação.

3 CAPÍTULO I

Desempenho agrônômico e atributos tecnológicos de cultivares de cana-de-açúcar sob parcelamento da irrigação

(Normas de acordo com a revista Sugar Tech)

Resumo

A cultura da cana-de-açúcar é altamente dependente da irrigação para garantir alta produtividade e qualidade industrial. Apesar de sua longa história de cultivo, o uso eficiente da água no cultivo da cana-de-açúcar ainda requer mais pesquisas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho vegetativo e produtivo e a qualidade industrial de duas cultivares de cana-de-açúcar (RB92579 e SP801816) cultivadas sob parcelamento da irrigação. O estudo foi conduzido em condições de campo, na região do Cerrado central do Brasil, utilizando um delineamento experimental inteiramente casualizado em um esquema de parcelas subdivididas, 5×2 , com quatro repetições. Os tratamentos experimentais de irrigação incluíram os parcelamentos: 0 + 0 mm, 20 + 40 mm, 30 + 30 mm, 40 + 20 mm e 60 + 00 mm, aplicados aos 60 e aos 150 dias após o plantio, cada. O teor de sólidos solúveis, o teor aparente de sacarose, o teor de fibra, a pureza do suco e o POL do caldo foram avaliados aos 420 dias após o plantio. A cultivar RB92579 apresentou teores de açúcares recuperáveis totais 11,89% e 8,86% maiores que os registrados para SP80-1816, nos tratamentos de irrigação de 40 + 20 mm e 60 + 0 mm, respectivamente. A produtividade de colmo de RB92579 atingiu 187,15 ton ha⁻¹ nas parcelas de 60 + 0 mm, ou seja, 42,16% superior à produtividade de colmo observada para SP80-1816. Ambas as cultivares apresentaram maiores índices qualitativos e quantitativos nos tratamentos que aplicaram maiores volumes de água na fase inicial da cultura, aos 60 dias após o plantio, coincidindo com a estação seca. A cultivar RB92579 mostrou-se melhor adaptada às condições prevalecentes no estudo do que a SP80-1816.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*, açúcar total recuperável, cana-planta, déficit hídrico.

Agronomic performance and technological attributes of sugarcane cultivars under irrigation installments

(Standards according to Sugar Tech magazine)

Abstract

The sugarcane crop is highly dependent on irrigation to ensure high yield and industrial quality. Despite its long cultivation history, efficient water use in sugarcane cropping still warrants further research. This study aimed to evaluate the vegetative and productive performance, and the industrial quality of two sugarcane cultivars (RB92579 and SP801816) grown under split-irrigation management. The study was conducted under field conditions in the Cerrado central region of Brazil using a completely randomized experimental design laid in a 5 x 2 split-plot scheme with four replicates. Experimental irrigation treatments included the following: (0 + 0 mm, 20 + 40 mm, 30 + 30 mm, 40 + 20 mm, and 60 + 00 mm) applied at 60 and at 150 days after planting, each. Soluble solids content, apparent sucrose content, fiber content, juice purity, and broth POL were evaluated at 420 days after planting. Cultivar RB92579 registered total recoverable sugar contents 11.89% and 8.86% greater than those recorded for SP80-1816, in the 40 + 20 mm and the 60 + 0 mm irrigation treatments, respectively. Culm productivity of RB92579 reached 187.15 ton ha⁻¹ in the 60 + 0 mm plots, i.e., 42.16% higher than the culm productivity observed for SP80-1816. Both the cultivars showed higher qualitative and quantitative indices in treatments that applied higher volumes of water in the initial phase of the culture, at 60 days after planting, coinciding with the dry season. The cultivar RB92579 showed best adapted to the prevailing conditions in the study than SP80-1816.

Keywords: *Saccharum officinarum*, cane-plant, red latosol, total recoverable sugar, water deficit.

3.1 Introdução

A cultura da cana-de-açúcar tem posição de destaque no agronegócio brasileiro, sendo caracterizada como a principal alternativa para o setor de biocombustíveis em razão, sobretudo, da sua elevada produção de etanol e de seus

respectivos subprodutos (CONAB, 2018).

Em determinadas regiões do Brasil, a cana-de-açúcar tem apresentado redução no rendimento de açúcares (Santillán-Fernández *et al.* 2016), resultado da diminuição da precipitação, atribuída às mudanças climáticas e ao consequente déficit hídrico, que afeta simultaneamente um número variado de características fisiológicas nas plantas (Silva M. *et al.* 2008), alterando diretamente a taxa de absorção de água, o acúmulo de biomassa, o crescimento estrutural, a assimilação e o armazenamento de sacarose (Singels *et al.* 2010).

A cana-de-açúcar requer umidade adequada durante todo o período vegetativo para a obtenção de rendimentos máximos (Silva C *et al.* 2009), no entanto, na maioria das regiões de produção, ocorre estresse hídrico variável, às vezes, severo (Liu *et al.* 2016), sendo que em 98% das áreas de cana-de-açúcar irrigadas no Brasil, é aplicada apenas irrigação de salvamento, correspondendo a uma lâmina de água de 20 a 80 mm por ano, cujo objetivo é reduzir parcialmente o déficit hídrico na estação seca (Bellezoni *et al.* 2018).

Outro fator de grande relevância quanto à produção de cana-de-açúcar está relacionado à seleção das variedades mais adaptadas às condições de clima e solo de cada região. As características de cada variedade desempenham papel fundamental na determinação da resposta em relação ao ambiente (Olivier; Singels 2015) e o vigor de cada cultivar contribui para a alta no rendimento sob condições irrigadas ou estresse moderado, favorecendo maior crescimento de raízes, assumindo a partição constante de raízes e brotos (Zhao *et al.* 2017).

Sendo assim, percebe-se que vários fatores podem interferir na qualidade final da matéria-prima na cana-de-açúcar, e o rendimento e a produção de açúcar e de álcool da cultura irrigada dependem da quantidade de água aplicada, do manejo de irrigação combinado com a quantidade certa de adubação, da variedade, da idade do corte, do tipo de solo e do clima (Silva M *et al.* 2014b).

Desta forma, dada a influência da quantidade de água aplicada no cultivo de cana-de-açúcar assim como a necessidade de selecionar cultivares mais adaptadas a condições climáticas específicas, objetivou-se neste estudo avaliar em duas cultivares de cana-de-açúcar a influência do parcelamento da lâmina de irrigação no desempenho vegetativo e produtivo e nos atributos tecnológicos (qualidade industrial) da cana-de-açúcar cultivada em região de predomínio de Cerrado.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Área experimental

O experimento foi conduzido no período de abril de 2018 a junho de 2019 na unidade de pesquisa em cana-de-açúcar da Usina CRV Industrial, localizada nas coordenadas: 15°20'46" Sul e longitude 49°36'50" Oeste a 561 m de altitude. O clima predominante é AW, de acordo com a classificação de Koppen-Geiger, inverno seco e ameno, verão quente e chuvoso.

A temperatura e a umidade (Figura [a e b]), respectivamente] foram registadas usando uma estação meteorológica (Vantage Pro 2; Davis; Hayward, CA, USA) e apresentaram amplitude elevada ao longo do período experimental, variando de 9,1 a 43,8 °C e de 10% a 99%, respectivamente.

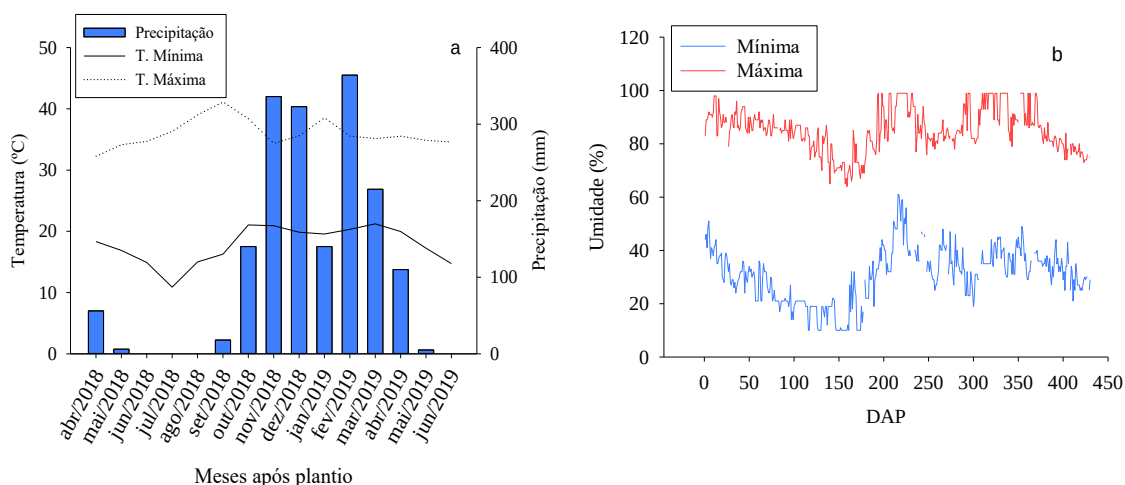


Figura - Temperatura (a) e umidade relativa (b) durante todo o período experimental

A precipitação pluviométrica ocorrida durante o período experimental foi de 1713 mm, concentrada principalmente de outubro de 2018 a abril de 2019 (Figura [a]), tendo ocorrido, em média, 95% da precipitação.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico (Santos *et al.* 2018), cuja composição nas camadas de 0-20 e 20-40 cm apresentaram, respectivamente, as seguintes características físicas: 34,63% e 31,81% de areia, 17,52% e 16,94% de silte e 47,85% e 51,25% de argila e químicas: pH 5,8 e 5,8 em CaCl₂; 3,0 e 2,1 mg dm⁻³ de P; 41,22 e 27,8 mg dm⁻³ de K; 3,9 e 3,1 cmolc dm⁻³ de Ca; 1,6 e 1,3 cmolc dm⁻³ de Mg; 0,0 e 0,0 cmolc dm⁻³ de Al; 7,4 e 5,9 cmolc dm⁻³ de CTC; saturação por bases de 45,71% e 74,87%; 18,0% e 15,0 g dm⁻³ de matéria orgânica; 2,3 e 6,3 mg

dm⁻³ de Zn.

3.2.2 Tratamentos

Os tratamentos foram definidos segundo as práticas já adotadas pela Usina CRV Industrial e, em função disto, foram definidas a lâmina total (60 mm) e as variedades do estudo (SP80-1816 e RB92579). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, analisado em esquema de parcelas subdivididas, 5 x 2, com quatro repetições. Assim, as parcelas foram compostas por cinco parcelamentos de uma lâmina de irrigação (00 mm + 00 mm; 20 mm + 40 mm; 30 mm + 30 mm; 40 mm + 20 mm e 60 mm + 00 mm), irrigando a fração da lâmina de acordo com o tratamento aos 60 e 150 DAP, e as subparcelas, por duas cultivares de cana-de-açúcar (SP80-1816 e RB92579).

Os tratamentos foram irrigados utilizando um sistema de irrigação por aspersão, tipo autopropelido, marca IrrigaBrasil, modelo GSV/350, com aspersor da marca Komet, modelo Twin 120, operando com bocal de 32,5 mm, sob pressão de serviço de 5,0 kgf cm⁻², resultando em uma vazão de 93,2 m³ h⁻¹. Os carregadores foram espaçados de, 60 metros entre si.

As variedades foram propagadas de forma vegetativa e o plantio feito em abril de 2018 em sulcos de 0,25 m de profundidade, espaçados 1,5 m entre linhas.

As unidades experimentais foram compostas por 10 linhas de plantas de cana-de-açúcar com 60 m de comprimento cada. As características morfológicas e tecnológicas foram avaliadas nas quatro linhas centrais, conforme metodologia adaptada de Molin *et al.* (2010).

3.2.3 Variáveis avaliadas

As variáveis biométricas altura de plantas (AP) e diâmetro do colmo (DC) foram obtidas de dez plantas selecionadas aleatoriamente em dois metros de sulco no centro de cada parcela e avaliadas em intervalos de 30 dias, dos 180 aos 420 dias após o plantio (DAP). A altura de planta foi avaliada medindo a distância da superfície do solo até a última região auricular visível da folha +1 (primeira folha de cima para baixo, que se apresenta inserida com a aurícula bem visível), conforme metodologia proposta Costa

et al. (2011). O diâmetro do colmo foi determinado na altura mediana do colmo (entre o 1º e 2º terços do colmo), conforme metodologia proposta por Oliveira F *et al.* (2014), com o auxílio de um paquímetro digital (King Tools, Pompeia, São Paulo, Brazil).

Os atributos tecnológicos avaliados foram teor de sólidos solúveis (TSS), obtido usando um refratrômetro digital (Brix/RI-Chek; Reichert Technologies, Unterschleissheim, Munich, Germany), teor de sacarose aparente (POL), teor de fibra (Fibra), pureza do suco (PZA), POL do caldo (PC), açúcares redutores (AR) e açúcares recuperáveis totais (ATR), seguindo metodologia CONSECANA (2006). As avaliações foram feitas por amostragens de colmos no momento da colheita aos 430 DAP. Essas características foram usadas para caracterizar a qualidade do suco extraído dos talos de cana.

3.2.4 Rendimento da cultura

O rendimento da cultura foi estimado pela colheita em 10 m por parcela, separando colmo e ponteiro, seguindo metodologia proposta por Pires *et al.* (2018). Foram avaliados os índices massa fresca do colmo, peso da planta, produtividade da parte aérea (colmos, folhas e ponteiros) e toneladas de cana por hectare. Com base nos resultados de produtividade e de médias das porcentagens de sacarose nas amostras de cada unidade experimental, estimou-se o rendimento de sacarose, multiplicando o rendimento da cultura pela porcentagem correspondente de sacarose.

3.2.5 Análise estatística

Os dados das características biométricas e tecnológicas avaliadas foram submetidos à análise de variância, teste F a 1% e 5% de probabilidade, utilizando o software SAS (versão 9.4; SAS Institute, Cary/NC, USA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Características biométricas

Altura de plantas apresentou diferenças significativas aos 210, 360 ($p<0,01$) e 300 ($p<0,05$) dias após o plantio ao analisar os efeitos do parcelamento da lâmina de irrigação. Entre as cultivares, encontrou-se efeito significativo ($p<0,01$) em todas as avaliações temporais (Tabela 1). Houve interação significativa entre parcelamento da lâmina de irrigação e cultivar aos 300 ($p<0,01$) e 420 DAP ($p<0,05$).

Para diâmetro do colmo, o parcelamento da lâmina de irrigação mostrou efeito significativo ($p<0,01$) aos 390 e 420 DAP. As cultivares diferiram estatisticamente entre si aos 270 DAP ($p<0,01$) e aos 180 e 240 DAP ($p<0,05$). Houve interação significativa entre parcelamento da lâmina de irrigação e cultivar aos 180, 390 ($p<0,05$) e 420 DAP ($p<0,01$).

Tabela 1 - Características biométricas (altura de planta e diâmetro do caule) de duas cultivares de cana-de-açúcar (RB92579 e SP80-1816) em resposta ao parcelamento da lâmina de irrigação (00 mm + 00 mm; 20 mm + 40 mm; 30 mm + 30 mm; 40 mm + 20 mm e 60 mm + 00 mm) aos 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390 e 420 dias após plantio

Parcelamento Lâmina (mm)	Dias após plantio								
	180	210	240	270	300	330	360	390	420
Altura de planta (cm)									
00 + 00	36,09a	70,32b	138,32a	177,70a		271,20 ^a	305,28b	350,67 ^a	
20 + 40	38,28a	92,10a	161,86a	191,00a		290,42 ^a	323,50a	357,10 ^a	
30 + 30	35,76a	81,37ab	160,78a	198,52a	Tabela 2	283,52 ^a	317,20ab	355,35 ^a	Tabela 2
40 + 20	36,52a	82,67ab	157,18a	194,67a		277,10 ^a	329,15a	357,55 ^a	
60 + 00	41,56a	86,32a	155,17a	194,82a		286,85 ^a	312,75ab	356,42 ^a	
Diâmetro do colmo (mm)									
00 + 00		29,81a	30,75a	29,03a	27,41a	29,04 ^a	28,99a		
20 + 40		30,67a	32,56a	29,22a	28,39a	27,41 ^a	28,18a		
30 + 30	Tabela 2	30,31a	30,28a	28,49a	28,55a	27,37 ^a	29,14a	Tabela 2	Tabela 2
40 + 20		32,46a	30,90a	29,13a	29,70a	27,86 ^a	28,77a		
60 + 00		29,97a	30,90a	28,39a	27,07a	27,32 ^a	28,61a		
Cultivar									
Altura de planta(cm)									
RB92579	33,61b	69,88b	140,67b	177,68b	273,78b		300,79b	347,42b	
SP80-1816	41,67a	95,24a	168,66a	205,01a	Tabela 2	289,85 ^a	334,36a	363,42 ^a	Tabela 2
Diâmetro do colmo (mm)									
RB92579	Tabela 2	31,36a	31,90a	29,79a	28,63a	27,61 ^a	28,46a	Tabela 2	Tabela 2
SP80-1816		29,93a	30,25b	27,71b	27,81a	27,99 ^a	29,02a		

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de múltiplas comparações de Tukey.

Os tratamentos sem irrigação apresentaram valores estatisticamente menores para altura de plantas aos 210 e 360 DAP, com plantas, respectivamente, 30,97% e 7,82% maiores nos parcelamentos 20 + 40 mm e 40 + 20 mm, quando comparados ao tratamento sem irrigação.

A cultivar SP80-1816 apresentou maiores médias para altura de plantas em relação à cultivar RB92579, com tendência de redução desta diferença ao longo do período experimental. A taxa de crescimento absoluto da cultivar RB92579 é mais uniforme ao longo do ciclo, por isso, no final, as diferenças entre elas foram menores, ou seja, uma cultivar apresenta crescimento mais acentuado no início, enquanto outra cresce de forma mais uniforme ao longo do ciclo.

Na avaliação final aos 420 DAP, a cultivar SP-1816 apresentou média de altura de plantas 4,23% superior à cultivar RB92579, a exemplo de estudo no semiárido brasileiro, onde esta cultivar diferiu estatisticamente das demais testadas, apresentando os maiores valores médios de altura de plantas (Santana *et al.* 2017).

Para diâmetro de caule, a cultivar RB92579 apresentou médias 5,45% e 7,51% superiores à cultivar SP80-1816 aos 240 e 270 DAP (Tabela 1).

A interação entre os fatores analisados (Tabela 2) mostrou que aos 300 e 420 DAP não houve diferença estatística para altura de plantas entre os parcelamentos da lâmina de irrigação na cultivar RB92579, enquanto na cultivar SP80-1816 aos 300 DAP, apenas o parcelamento sem irrigação obteve menores médias em relação aos demais tratamentos. Aos 300 DAP, a cultivar SP80-1816 apresentou maiores médias de altura de plantas em todos os parcelamentos avaliados, enquanto aos 420 DAP, esta cultivar obteve altura 10,31% maior que a cultivar RB92579 no parcelamento 40 + 20 mm.

Tabela 2 - Características biométricas (altura de planta, aos 300 e 420 dias após o plantio e diâmetro do caule aos 180, 390 e 420 dias após o plantio) de duas cultivares de cana-de-açúcar (RB92579 e SP80-1816) em resposta ao parcelamento da lâmina de irrigação (00 mm + 00 mm; 20 mm + 40 mm; 30 mm + 30 mm; 40 mm + 20 mm e 60 mm + 00 mm)

Parcelamento Lâmina (mm)	Altura de plantas (cm)			
	300 dias após o plantio		420 dias após o plantio	
	RB92579	SP80-1816	RB92579	SP80-1816
00mm + 00mm	223,65aB	236,95bA	356,20aA	366,20aA
20mm + 40mm	223,15aB	275,95aA	376,90aA	382,85aA
30mm + 30mm	233,10aB	268,45aA	361,95aA	369,07aA
40mm + 20mm	234,85aB	267,25aA	355,85aB	392,50aA
60mm + 00mm	231,15aB	263,20aA	363,90aA	379,00aA

Parcelamento Lâmina (mm)	Diâmetro do caule (mm)					
	180 dias após o plantio		390 dias após o plantio		420 dias após o plantio	
	RB92579	SP80-1816	RB92579	SP80-1816	RB92579	SP80-1816
00mm + 00mm	20,79abB	24,48aA	28,65aA	29,71aA	29,78aA	31,15aA
20mm + 40mm	20,33bB	25,24aA	27,64aA	27,37aA	28,81aA	27,59aA
30mm + 30mm	23,25abA	22,36aA	27,94aA	24,67bB	29,43aA	27,37aB
40mm + 20mm	24,64aA	24,06aA	27,59aA	29,02aA	28,28aB	32,63aA
60mm + 00mm	23,01abA	25,08aA	28,01aA	27,33aA	28,46aA	28,91aA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre o parcelamento da lâmina de irrigação e por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre as cultivares pelo teste de múltiplas comparações de Tukey.

A análise da interação para diâmetro de caule (Tabela 2) mostrou que aos 180 DAP o parcelamento da lâmina de irrigação de 40 mm + 20 mm proporcionou valores médios 21,20% superiores aos encontrados para o parcelamento de 20 mm + 40 mm na cultivar RB92579. Aos 390 DAP, o parcelamento 30 mm + 30 mm apresentou menores médias em relação aos demais parcelamentos da lâmina de água na cultivar SP80-1816.

Entre as cultivares, a SP80-1816 apresentou maiores valores médios nos tratamentos com menor volume de água na primeira irrigação (sem irrigação e com 20 mm) aos 180 DAP, com médias de diâmetro de caule 17,75% e 24,15% superiores em

relação aos mesmos tratamentos na cultivar RB92579. Aos 390 e 420 DAP, a cultivar RB92579 apresentou diâmetros de caule, respectivamente, 13,38% e 7,53% maiores que a outra cultivar no tratamento com aplicação de 30 + 30 mm de água. No parcelamento 40 + 20 mm, a cultivar SP80-1816 apresentou diâmetro de caule, em média, 15,38% maior aos 420 DAP.

O diâmetro do colmo é uma característica que apresenta pouca influência das lâminas de irrigação, estando mais relacionado às características genéticas de cada cultivar (Oliveira A *et al.* 2015), número de perfilhos, espaçamento utilizado, área foliar e condições ambientais (Oliveira F *et al.* 2014).

Estes resultados induzem que, ao final do ciclo, altura de plantas e diâmetro de caule não são influenciados pelo parcelamento da lâmina de irrigação, mostrando cultivares cujo potencial genético é mais responsivo ao ambiente irrigado (Silva M *et al.* 2014b).

As cultivares de cana-de-açúcar, tanto em ciclo de cana-planta quanto em ciclo de cana-soca, tendem a apresentar maiores diâmetros em condições de estresse hídrico, pelo fato de a menor disponibilidade hídrica reduzir o crescimento em altura, proporcionando aumento no diâmetro do colmo, visto haver correlação positiva entre clones mais baixos de cana-de-açúcar e maiores diâmetros do colmo (Oliveira A *et al.* 2016a).

As maiores produtividades médias das variedades estão associadas ao melhor desempenho em número de perfilhos por metro, que apresentaram alta produtividade com baixo perfilhamento médio. Isso provavelmente deveria ter compensado o baixo perfilhamento com bom crescimento no diâmetro e comprimento dos caules.

3.3.2 Características tecnológicas da cana-de-açúcar

Entre os parcelamentos da lâmina de irrigação, as características tecnológicas, teor de sólidos solúveis (TSS), teor de sacarose (POL) e pol do caldo (PC) apresentaram efeito significativo ao nível de 1% de significância. Entre as cultivares, houve diferenças estatísticas ($p < 0,01$) para teor de fibra. Houve efeito significativo para interação entre parcelamento da lâmina de irrigação e cultivares para as características teor de sólidos solúveis, teor de sacarose, pol do caldo ($p < 0,05$) e teor de fibra ($p < 0,01$) (Tabela 3).

A característica tecnológica pureza (PZA) não apresentou diferenças estatísticas tanto para parcelamento da lâmina de irrigação quanto para cultivares, atingindo valores médios de 82,06% e 82,24% para as cultivares RB92579 e SP80-1816, respectivamente. A elevada porcentagem de pureza confirma a alta concentração de sacarose no caldo das cultivares, o que reflete em altos rendimentos na indústria, podendo ter sido proporcionados pelo volume de chuvas ocorridas no ano agrícola. Tal fato leva também à melhora da qualidade do caldo pela redução na quantidade de aminoácidos, ácidos orgânicos, amido, açúcares redutores, além de outros precursores e formadores de cor (Silva M *et al.* 2014b).

Tabela 3 - Características tecnológicas (teor de sólidos solúveis, teor de sacarose, fibra, pol do caldo) de duas cultivares de cana-de-açúcar (RB92579 e SP80-1816) em resposta ao parcelamento da lâmina de irrigação (00 mm + 00 mm; 20 mm + 40 mm; 30 mm + 30 mm; 40 mm + 20 mm e 60 mm + 00 mm) aos 420 dias após o plantio

	Teor de sólidos solúveis (°Brix)		Teor de Sacarose (%)	
	RB92579	SP80-1816	RB92579	SP80-1816
00mm + 00mm	16,95cA	18,10bA	13,96cA	14,85bA
20mm + 40mm	19,40bcA	20,92aA	16,03bA	17,16aA
30mm + 30mm	20,57abA	21,05aA	16,76abA	17,27aA
40mm + 20mm	22,02aA	19,42abB	18,01aA	16,04abB
60mm + 00mm	20,62abA	19,12abA	16,89abA	15,74abA
	Fibra (%)		Pol do caldo (%)	
	RB92579	SP80-1816	RB92579	SP80-1816
00mm + 00mm	10,84aB	12,46aA	12,05cA	12,46cA
20mm + 40mm	10,96aB	11,98aA	13,65bA	14,53abA
30mm + 30mm	11,58aA	10,91bA	14,29abA	14,89aA
40mm + 20mm	10,86aA	11,68abA	15,55aA	13,65abcB
60mm + 00mm	10,78aB	12,24aA	14,60abA	13,27bcA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre o parcelamento da lâmina de irrigação e por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre as cultivares pelo teste de múltiplas comparações de Tukey.

As variáveis teor de sólidos solúveis, teor de sacarose e pol do caldo apresentaram os menores valores no tratamento sem irrigação, possivelmente em razão do estresse hídrico levado à cultura na fase inicial de desenvolvimento até os 180 DAP. Para a cultivar RB92579, o parcelamento da lâmina de irrigação com aplicação de 40 mm + 20 mm de água apresentou valores médios 29,91%, 29,01% e 29,04% superiores ao tratamento sem irrigação para teor de sólidos solúveis, teor de sacarose e pol do caldo, respectivamente. Para as mesmas características tecnológicas, na cultivar SP80-1816, os valores médios do tratamento com aplicação de 30 mm + 30 mm de água foram 16,30%, 16,30% e 19,50% maiores em comparação ao tratamento sem irrigação.

Analisando o efeito entre as cultivares dentro dos parcelamentos da lâmina de irrigação (Tabela 3), nota-se que, para as características teor de sólidos solúveis, teor de sacarose e pol do caldo, a cultivar RB92579 apresentou valores médios 13,39%, 12,28% e 13,92% superiores estatisticamente à cultivar SP80-1816 no parcelamento com aplicação de 40 mm + 20 mm de água, mostrando que as características tecnológicas da

cana-de-açúcar apresentam comportamentos distintos entre cultivares (Macêdo *et al.* 2013). A cultivar RB92579 tem um bom sistema de absorção de água mesmo quando está sujeita a déficit hídrico, por consequência, esta variedade tem um mecanismo de tolerância para suportar a seca ao invés de evitá-la Endres *et al.* (2010).

Teor de sacarose acima de 14% é adequado em termos de qualidade à industrialização (Pereira *et al.* 2017), mostrando que, conforme os dados do presente estudo, a irrigação favorece a obtenção de tais índices.

O teor de fibras foi maior para a cultivar SP80-1816 em relação à cultivar RB92579, tanto para os tratamentos sem irrigação quanto para o tratamento com maior lâmina inicial (60 mm + 0 mm). No primeiro caso, o teor de fibras foi superior em 14,94% e no segundo, em 13,54%. Os resultados estão em consonância com Oliveira *et al.* (2011) que encontraram menores teores de fibra em variedades conduzidas sob irrigação plena em comparação com variedades conduzidas sem irrigação.

Observa-se que com o aumento das lâminas de irrigação há decréscimo na porcentagem de fibra das cultivares, isto pelo fato de haver maior quantidade de caldo com o aumento da disponibilidade hídrica para as plantas (Oliveira A *et al.* 2016b). Existe uma associação negativa entre teor de fibras e açúcar, principalmente em variedades precoces, as quais são mais ricas em sacarose e apresentam, em geral, teor de fibra menor, de modo que a quantidade ideal é aquela que não compromete a quantidade disponível de bagaço para queima no início da safra (Barbosa *et al.* 2007).

A fibra da cana-de-açúcar afeta a eficiência da extração da moenda e quanto mais alta, menor será a eficiência de extração (Simões *et al.* 2015). Seus teores devem estar entre 11% e 13% (Silva N *et al.* 2014; Oliveira A *et al.* 2016b), visando à maior eficiência na extração do caldo.

O uso da irrigação promoveu maiores produtividades de colmos e de açúcar e uma concentração adequada de açúcar com menores valores de fibra, o que indica a viabilidade técnica do seu manejo como alternativa para o aumento da produtividade dos canaviais brasileiros (Oliveira *et al.* 2011).

Diversos fatores abióticos afetam as plantas, entre eles a deficiência hídrica, que se destaca como um dos que mais interferem no desenvolvimento das culturas em razão dos efeitos prejudiciais provocados no desenvolvimento da planta, principalmente pela redução da expansão celular (Gava *et al.* 2011). Assim, a disponibilidade de água influencia decisivamente no desenvolvimento da planta e, consequentemente, na produção de sacarose pela cana-de-açúcar (Roberto *et al.* 2015).

Os resultados apresentados mostram que as características tecnológicas são influenciadas pela variedade, pelo ambiente de produção e, sobretudo, pela disponibilidade de água, visto que o teor de açúcar costuma ser adversamente afetado pelo excesso de umidade no estágio de maturação (Silva M *et al.* 2014b).

3.3.3 Rendimento de colmos e sacarose

Na avaliação dos índices massa fresca do colmo, peso da planta, produtividade da parte aérea (colmos, folhas e ponteiros) e toneladas de cana por hectare, a cultivar RB92579 apresentou diferenças estatísticas ($p < 0,05$) em relação à cultivar SP80-1816 no tratamento 60 mm + 0 mm, com valores médios superiores, respectivamente, 43.41%, 42.18%, 42.16% e 43.42% (Tabela 4). Para os mesmos índices, não houve diferenças estatísticas entre os parcelamentos da lâmina de irrigação. Houve interação entre o parcelamento da lâmina de irrigação e a cultivar ($p < 0,05$) para as características massa fresca do colmo e peso da planta.

Tabela 4 - Características de rendimento (massa fresca do colmo, peso da planta, produtividade, tonelada de canas por hectare, açúcar total recuperável e açúcares redutores) de duas cultivares de cana-de-açúcar (RB92579 e SP80-1816) em resposta ao parcelamento da lâmina de irrigação (0 mm + 0 mm; 20 mm + 40 mm; 30 mm + 30 mm; 40 mm + 20 mm e 60 mm + 0 mm) aos 420 dias após o plantio

	Massa fresca do colmo (kg m ⁻¹)		Peso da planta (kg m ⁻¹)	
	RB92579	SP80-1816	RB92579	SP80-1816
0 mm + 0 mm	18,86aA	19,49aA	23,13aA	22,95aA
20 mm + 40 mm	19,83aA	18,23aA	23,37aA	20,49aA
30 mm + 30 mm	18,33aA	15,88aA	21,92aA	18,43aA
40 mm + 20 mm	16,69aA	16,77aA	20,00aA	20,75aA
60 mm + 0 mm	23,77aA	13,45aB	28,07aA	16,23aB
	Produtividade de parte aérea (ton ha ⁻¹)		Tonelada de cana por hectare (ton ha ⁻¹)	
	RB92579	SP80-1816	RB92579	SP80-1816
0 mm + 0 mm	154,21aA	153,00aA	125,75aA	129,93aA
20 mm + 40 mm	155,78aA	136,57aA	132,25aA	121,56aA
30 mm + 30 mm	146,11aA	122,86aA	122,20aA	105,90aA
40 mm + 20 mm	133,31aA	138,35aA	111,26aA	111,83aA
60 mm + 0 mm	187,15aA	108,23aB	158,51aA	89,68aB
	Açúcar total recuperável (kg ton ⁻¹)		Açúcares redutores (%)	
	RB92579	SP80-1816	RB92579	SP80-1816
0 mm + 0 mm	122,57cA	126,42cA	0,70bA	0,69aA
20 mm + 40 mm	139,48bA	146,39abA	0,80aA	0,69aB
30 mm + 30 mm	144,25abA	150,04aA	0,84aA	0,71aB
40 mm + 20 mm	156,50aA	137,89abcB	0,72bA	0,69aA
60 mm + 0 mm	147,24abA	134,18bcB	0,71bA	0,69aA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre o parcelamento da lâmina de irrigação e por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre as cultivares pelo teste de múltiplas comparações de Tukey.

Para açúcar total recuperável, o tratamento com parcelamento da lâmina e aplicação de 40 mm + 20 mm apresentou índices superiores ($p < 0,01$), respectivamente, 27,68% e 12,20% em relação aos tratamentos sem irrigação e 20 mm + 40 mm. Entre as cultivares, a RB92579 apresentou valores médios 13,50% e 9,73% superiores à cultivar SP80-1816 nos tratamentos 40 mm + 20 mm e 60 mm + 0 mm, respectivamente.

Os açúcares redutores apresentaram maiores percentagens ($p < 0,01$) nos tratamentos 20 mm + 40 mm e 30 mm + 30 mm. Nestes mesmos tratamentos, a cultivar RB92579 apresentou valores médios, respectivamente, 15,94% e 18,31% superiores à cultivar SP80-1816.

O incremento da produtividade da cana-de-açúcar varia em função das datas de plantio, do tempo e da intensidade do déficit hídrico e da fase fenológica (Dias; Sentelhas 2018). Os danos à produtividade da cana-de-açúcar são mais severos quando o estresse hídrico ocorre no estágio de crescimento do colmo, afetando mais significativamente a produção (Gonçalves *et al.* 2017).

Silva *et al.* (2014) obtiveram produtividade média de 133,88 t ha⁻¹ para a cultivar RB92579, além de elevados rendimentos agrônômicos, o que resultou em alta concentração de sacarose por biomassa seca e, conseqüentemente, elevada produção de açúcar e álcool, sugerindo um ótimo desempenho industrial desta cultivar nas condições edafoclimáticas do Semiárido brasileiro.

Estudando alterações morfológicas em seis variedades de cana-de-açúcar sob déficit hídrico, Endres *et al.* (2018) observaram que a cultivar RB92579 apresentou produtividade de 128 t ha⁻¹ sob irrigação e de 98.2 t ha⁻¹ sob condições de estresse hídrico. Os autores relataram ainda que o maior número de plantas por metro linear e seu alto rendimento retratam seu bom vigor, mesmo sob condições de déficit hídrico, sendo que a manutenção da altura do pedúnculo e o maior número de perfilhos nas plantas da cultivar RB92579 submetida ao estresse hídrico ajudaram a equilibrar as taxas de rendimento.

O açúcar total recuperável apresentou diferença entre as cultivares nos parcelamentos 40 mm + 20 mm e 60 mm + 00 mm, com a cultivar RB92579 produzindo, respectivamente, 11,89% e 8,86% a mais que a cultivar SP80-1816 (Tabela 4). Na cultivar RB92579, o tratamento 40 mm + 20 mm apresentou valores médios 27,58% e 12,20% superiores ao tratamento sem irrigação e com parcelamento de 20 mm + 40 mm, respectivamente. Para a cultivar SP80-1816, o tratamento 20 mm + 40 mm apresentou ATR 18,68% e 11,82 % superior ao tratamento sem irrigação e ao tratamento sem parcelamento da aplicação de água (60 mm + 0 mm).

Nota-se que ambas as cultivares responderam positivamente à irrigação, no entanto, a cultivar RB92579 apresentou maiores médias para tratamentos com maior volume de água aplicado na fase inicial, enquanto a cultivar SP80-1816 respondeu melhor ao parcelamento mais homogêneo entre as aplicações.

O estresse hídrico no estágio de crescimento e na fase de alongamento do colmo reduz o acúmulo de sacarose, enquanto na fase de maturação, o estresse hídrico resulta em maior acúmulo de sacarose (Singh 2015).

A concentração de açúcares redutores apresentou diferenças significativas entre as cultivares nos parcelamentos com aplicação de água de 20 mm + 40 mm e 30 mm + 30 mm, com a cultivar SP80-1816 apresentando valores médios, respectivamente, 13,75% e 15,48% menores que a cultivar RB92579. A cultivar SP80-1816 não apresentou diferenças significativas para parcelamento da irrigação, enquanto a cultivar RB92579 apresentou maiores índices nos tratamentos 20 mm + 40 mm e 30 mm + 30 mm.

Menores valores de açúcares redutores são características positivas para este índice, pois glicose e frutose, principalmente, têm capacidade de reduzir o óxido de cobre do estado cúprico a cuproso, sendo eles os principais precursores da cor mais escura do açúcar no processo industrial (Oliveira *et al.* 2014). Valores abaixo de 0.8% estão dentro do padrão recomendado para este índice qualitativo (Simões *et al.* 2015).

As características massa fresca do colmo e peso da planta não apresentaram diferenças significativas para parcelamento da irrigação em ambas as cultivares. Entre as cultivares, no tratamento 60 mm + 0 mm, a cultivar RB92579 apresentou valores médios, 76,73% e 72,95% maiores que a cultivar SP80-1816.

Nota-se que o estresse causado pelo déficit hídrico pode afetar todas as partes da planta, dos pelos da raiz aos estômatos (Graça *et al.* 2010). Sob estresse hídrico, a troca gasosa entre a folha e a atmosfera geralmente diminui, reduzindo a dissipação de vapor d'água causada pelo fechamento dos estômatos, o que provoca redução da fixação de CO₂ atmosférico, essencial para as reações fotossintéticas (Medeiros *et al.* 2013). A inibição da biossíntese de clorofilas resulta na diminuição da absorção da energia luminosa, responsável pela eficiência fotossintética (Silva M *et al.* 2014a), afetando a acumulação de biomassa e, conseqüentemente, a produtividade da cana-de-açúcar (Silva M *et al.* 2013).

Neste sentido, verifica-se que a irrigação complementar proporciona incrementos lineares no rendimento da cana-de-açúcar com o aumento do fornecimento de água, podendo atingir incrementos acima de 100% em relação ao cultivo em sequeiro (Silva V *et al.* 2013).

3.4 Conclusão

O parcelamento da lâmina de irrigação não resultou em diferenças significativas entre as características biométricas (altura de planta e diâmetro de colmo) ao fim do ciclo. As cultivares RB92579 e SP80-1816 também não apresentaram tendência de diferenças significativas nos valores médios ao compará-las.

As características tecnológicas teor de sólidos solúveis, teor de sacarose e pol do caldo foram influenciadas positivamente pela irrigação, o mesmo não ocorrendo para fibra. Entre as cultivares, a RB92579 apresentou maiores médias para teor de sólidos solúveis, teor de sacarose e pol do caldo no tratamento com parcelamento de 40 mm + 20 mm. Para fibras, a cultivar RB92579 apresentou tendência a menores valores, o que é desejável para este índice.

As análises dos índices de rendimento mostraram não haver influência do parcelamento da lâmina de irrigação para massa fresca do colmo, peso da planta, produtividade da parte aérea e tonelada de cana por hectare para ambas as cultivares estudadas. O açúcar total recuperável foi menor para o tratamento sem irrigação, também, em ambas as cultivares. A cultivar RB92579 apresentou maiores valores médios para massa fresca do colmo, peso da planta, produtividade da parte aérea e tonelada de cana por hectare em relação à cultivar SP80-1816 no tratamento 60 mm + 0 mm. Para açúcar total recuperável, a cultivar RB92579 apresentou maiores valores médios nos tratamentos com 60 mm + 0 mm e 40 mm + 20 mm. Os menores valores de açúcares redutores, desejáveis para este índice, foram obtidos pela cultivar SP80-1816, no entanto, ambas as cultivares apresentaram valores dentro dos padrões desejáveis.

3.5 Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela bolsa de pesquisa concedida ao primeiro autor e ao IF Goiano e Usina CRV Industrial pelo auxílio à condução do experimento.

3.6 Referências

Barbosa, Márcio Henrique Pereira, Luís Cláudio Inácio da Silveira, Geraldo Antônio Resende Macêdo, and José Mauro Valente Paes. 2007. Variedades melhoradas de cana-

de-açúcar para Minas Gerais. *Informe Agropecuário - EPAMIG* 28: 21–23.

Bellezoni, Rodrigo Augusto, Deepak Sharma, Alberto Arruda Villela, and Amaro Olimpio Pereira Junior. 2018. Water-energy-food nexus of sugarcane ethanol production in the state of Goiás , Brazil : An analysis with regional input-output matrix. *Biomass and Bioenergy* 115. Elsevier Ltd: 108-119.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). 2018. Acompanhamento da safra Brasileira de Cana-de-açúcar. *Companhia Nacional de Abastecimento*, v.5, Safra 2018/2019, n.1, primeiro levantamento, maio 2018.

CONSECANA (Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool do estado de São Paulo). 2006. *Manual de Instruções*, 5.ed. Piracicaba – SP: 54, 112p.

Costa, Cícero Teixeira Silva, Vilma Marques Ferreira, Laurício Endres, Débora Teresa da Rocha Gomes Ferreira, and Eduardo Rebelo Gonçalves. 2011. Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. *Revista Caatinga*, v. 24, n. 3, jul.-set. 2011, p. 56-63. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Brasil. <https://doi.org/http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema> ISSN.

Dias, Henrique Boriolo and Paulo Cesar Sentelhas. 2018. Dimensioning the Impact of Irrigation on Sugarcane Yield in Brazil. *Sugar Tech, Cham, Springer*, v. 21, n. 1, p. 29-37, 2019. <http://dx.doi.org/10.1007/s12355-018-0619-x> DOI: 10.1007/s12355-018-0619-x.

Endres, Lauricio, José Vieira Silva, Vilma Marques Ferreira, and Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa. 2010. Photosynthesis and Water Relations in Brazilian Sugarcane. *The Open Agriculture Journal* 4:31-37. <https://doi.org/10.2174/1874331501004010031>.

Endres, Laurício, Claudiana Moura dos Santos, Geraldo Veríssimo de Souza, Marcelo Menossi, and Jhulyanne Christiny Marcelino dos Santos. 2018. Morphological changes recorded in different phenophases of sugarcane plants subjected to water stress in tropical field conditions. *Australian Journal of Crop Science*, AJCS 12(07):1041-1050 (2018) ISSN:1835-2707. doi: 10.21475/ajcs.18.12.07.PNE780.

Gava, Glauber José de Castro, Marcelo de Almeida Silva, Rodrigo C. da Silva, Elisangela Marques Jerônimo, Juliana C. Sodário Cruz, and Oriel Tiago Kölln. 2011. 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 Campina Grande mar. 2011, 15: 250-255. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000300005>.

Gonçalves, Ivo Zution, Eduardo Augusto Agnellos Barbosa, Leonardo Nazário Silva dos Santos, Aline Azevedo Nazário, Daniel Rodrigues Cavalcante Feitosa, Natalia Flórez Tuta, and Edson Edson Eiji Matsura 2017. Water relations and productivity of sugarcane irrigated with domestic wastewater by subsurface drip. *Agricultural Water Management journal* 185:105-115. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.01.014>.

Graça, José Perez da, Fabiana Aparecida Rodrigues, José Renato Bouças Farias, Maria

Cristina Neves de Oliveira, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, and Sonia Marli Zingaretti. 2010. Physiological parameters in sugarcane cultivars submitted to water deficit. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 22: 189–197. <https://doi.org/10.1590/s1677-04202010000300006>.

Liu, Jiayong *et al.* 2016. Growth and yield of sugarcane genotypes are strongly correlated across irrigated and rainfed environments. *Field Crops Research* 196. Elsevier B.V.: 418-425. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.07.022>.

Macêdo, Geraldo Antônio Resende, Édio Luiz da Costa, Maria Celuta Machado Viana, and Francisco Morel Freire. 2013. Características produtivas e tecnológicas de variedades de cana-de-açúcar em sucessão a diferentes cultivos em pastagem degradada. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 8, n. 2 (2013) 223-228. <https://doi.org/10.5039/agraria.v8i2a2465>.

Medeiros, David Barbosa, Elizamar Ciríaco Silva, Rejane Jurema Mansur Custódio Nogueira, Marcelo Menossi Teixeira, and Marcos Silveira Buckeridge. 2013. Physiological limitations in two sugarcane varieties under water suppression and after recovering. *Theoretical and Experimental Plant Physiology* 25: 213–222.

Molin, José Paulo, Flávia Roncato Frasson, Lucas Rios do Amaral, Fabricio Pinheiro Povh, and José Salvi. 2010. Capacidade de um sensor ótico em quantificar a resposta da cana-de-açúcar a doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.14 n.12, p.1345–1349, Campina Grande, dec. 2010. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010001200014>.

Oliveira, Anderson Ramos de, Marcos Brandão Braga, and Auriana Miranda Walker. 2015. 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 (2015): 525-541. <https://doi.org/https://doi.org/10.26848/rbgf.v8.0.p525-541>.

Oliveira, Anderson Ramos de, Marcos Brandao Braga, Bruno Leonardo Santana Santos, and Auriana Miranda Walker. 2016a. Biometria de cultivares de cana-de-açúcar sob diferentes reposições hídricas no Vale do submédio São Francisco. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 31, n. 1, p.48-58, jan.-março, 2016. <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2016v31n1p48-58>.

Oliveira, Anderson Ramos de, Marcos Brandão Braga, Welson Lima Simões, and Auriana Miranda Walker. 2016b. Influência de lâminas de irrigação nas características tecnológicas da cana-de-açúcar. Petrolina: *Embrapa Semiárido* 2016. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 127, 22p.

Oliveira, Emídio Cantídio Almeida de, Fernando José Freire, Alexandre Campelo de Oliveira, Djalma Euzébio Simões Neto, Alexandre Tavares da Rocha, and Laércio Alves de Carvalho 2011. Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 46, n. 6, p. 617-625, jun. 2011, <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000600007>.

Oliveira, Franklin Meireles de, Poliana Batista de Aguiar, Matheus Ferreira França Teixeira, Ignacio Aspiazú, Flávio Pinto Monção, and Ana Paula da Silva Antunes. 2014. Agrotecnological characteristics of cane sugar at different times of suppression of irrigation and fertilizer levels. *Semina: Ciências Agrárias* v. 35, n 3 p. 1587-1606, (2014). <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1587>.

Olivier, Francois Cornelius and Abraham Singels. 2015. Increasing water use efficiency of irrigated sugarcane production in South Africa through better agronomic practices. *Biology: Field Crops Research* 176. Elsevier B.V.: 87-98. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.02.010>.

Pereira, Laís Fernanda Melo, Vilma M Ferreira, Nelson G de Oliveira, Pedro LVS Sarmiento, Laurício Endres, and Iêdo Teodoro. 2017. Sugars levels of four sugarcane genotypes in different stem portions during the maturation phase. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* (2017) 89(2):1231-1242. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201720160594>.

Pires, Willian Marques, Marconi Batista Teixeira, Frederico Antonio Loureiro Soares, Walber Alves Ribeiro, and Luiz Cesar Lopes Filho. 2018. Cultivo da cana-de-açúcar sob diferentes níveis de reposição hídrica, com e sem adição de nitrogênio. *Científica Multidisciplinary Journal*, v. 5, n.3, p. 56-87, 2018. <https://doi.org/10.29247/2358-260X.2018v5i3.p56-87>.

Roberto, Guilherme Garcia, Camila Cunha, Cristina Rodrigues Gabriel Sales, Neidiquele Maria Silveira, Rafael Vasconcelos Ribeiro, Eduardo Caruso Machado, and Ana Maria Magalhães Andrade Lagôa. 2015. Variação da fotossíntese e dos teores de carboidratos induzidos por etefom e déficit hídrico na fase de maturação da cana-de-açúcar. *Bragantia* 74: 379–386. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0062>.

Santana, Polliana Basilia, Ignacio Aspiazú, Édio Luiz da Costa, Daniel Teixeira Pinheiro, Matheus Ferreira França Teixeira, João Batista Ribeiro da Silva, and Hamilton Carvalho dos Santos Junior. 2017. Agronomical Performance of Sugarcane Varieties in Function of Different Irrigation Depths in Semi-arid Conditions. *Journal of Experimental Agriculture International* 17:1-10. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2017/35775>.

Santillán-Fernández, A, Vinicio Horacio Santoyo Cortés Luis R. García-Chávez, Nehemías Vásquez Bautista, Ignacio Covarrubias-Gutiérrez, and Agustín Merino G. 2016. Influence of drought and irrigation on sugarcane yields in different agroecoregions in Mexico. *Agricultural Systems*, 143 (2016) 126-135, Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.12.013>.

Santos, Humberto Goncalves dos, Paulo Klinger Tito Jacomine, Lúcia Helena Cunha dos Anjos, Virlei Álvaro de Oliveira, José Francisco Lumberras, Mauricio Rizzato Coelho, Jaime Antônio de Almeida, José Coelho de Araujo Filho, João Bertoldo de Oliveira, and Tony Jarbas Ferreira Cunha. 2018. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5.ed. rev. e ampl. Embrapa: DF: Embrapa, 2018.

Silva, Charles Teles Santos da, Hamilton Medeiros de Azevedo, Carlos Alberto Vieira de Azevedo, José Dantas Neto, Clayton Moura de Carvalho, and Raimundo Rodrigues

Gomes Filho. 2009. Crescimento da cana-de-açúcar com e sem irrigação complementar sob diferentes níveis de adubação de cobertura nitrogenada e potássica. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 3(1):03-12. <https://doi.org/10.7127/rbai.v3n100012>.

Silva, Marcelo de Almeida, Claudiana Moura dos Santos, Marcel Tomás Arantes, Marcela Cristina Brunelli, and Lucas Almeida de Holanda 2013. Respostas fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica e a reidratação. *Revista Caatinga*, 26:28-35.
<https://doi.org/https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2621>.

Silva, Marcelo de Almeida, John Lonfover Jifon, Jorge Alberto Gonçalves da Silva, Claudiana Moura dos Santos, and Vivek Sharma. 2014a. Relationships between physiological traits and productivity of sugarcane in response to water deficit. *Journal of Agricultural Science* Vol. 152, Issue 1, February 2014, pp. 104-118.
<https://doi.org/10.1017/S0021859612000834>.

Silva, Marcelo de Almeida, Jorge Alberto Gonçalves da Silva, Juan Enciso, Vivek Sharma, and John Lonfover Jifon. 2008. Yield components as indicators of drought tolerance of sugarcane. *Scientia Agricola*, (Piracicaba, Braz.) v. 65 n. 6, p. 620-627. Piracicaba nov./dec. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000600008>.

Silva, Marcelo de Almeida, Marcel Tomás Arantes, Andressa Freitas De Lima Rhein, Glauber José de Castro Gava, and Oriel Tiago Kölln. 2014b. Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18 n.3, p. 241-249, Campina Grande, mar. 2014. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000300001>.

Silva, Nelmício Furtado da, Lígia Campos de Moura, Fernando Nobre Cunha, Pedro Henrique Ribeiro, José Joaquim Carvalho, and Marconi Batista Teixeira. 2014. Qualidade industrial da cana-de-açúcar fertirrigada sob diferentes lâminas de água no sudoeste goiano. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 8: 280-295.
<https://doi.org/10.7127/rbai.v8n300212>.

Silva, Thieres George Freire da, Magna Soelma Beserra de MouraII, Sérgio Zolnier, and Luciana Sandra Bastos de Souza. 2014. Biomassa seca acumulada, partições e rendimento industrial da cana-de-açúcar irrigada no Semiárido brasileiro. *Revista Ceres*, v. 61, n. 5, p. 686-696, Viçosa Sept./Oct. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201461050012>.

Silva, Vicente de Paulo Rodrigues da, Bernardo Barbosa da Silva, Walker G. Albuquerque, Cícera Josefa Rozangela Borges, Inajá Francisco de Sousa, and José Dantas Neto. 2013. Crop coefficient, water requirements, yield and water use efficiency of sugarcane growth in Brazil. *Agricultural Water Management*, 2013, v. 128, p. 102-109, Elsevier B.V.: 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.06.007>.

Simões, Welson Lima, Marcelo Calgaro, Daniela Siqueira Coelho, Moisés Alves de Souza, and Jair Andrade Lima. 2015. 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. <https://doi.org/10.1080/14417040600738177>.

Singels, Abraham, Marrit M. van den Berg, Matthijs AS, Matthew R Jones, and Rianto van Antwerpen. 2010. Modelling water uptake , growth and sucrose accumulation of sugarcane subjected to water stress. *Field Crops Research*, v.117, n.1, p.59-69 ref.45. Elsevier B.V., 2010. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.02.003>.

Singh, Sudama. 2015. My Experiences on Physiological Research on Sugarcane in India. *Sugar Tech* 17:227-234. <https://doi.org/10.1007/s12355-014-0347-9>.

Zhao, Peifang *et al.* 2017. Genetic variation in sugarcane for leaf functional traits and relationships with cane yield, in environments with varying water stress. *Field Crops Research* 213. Elsevier: 143-153. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.08.004>.