

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

VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS A  
DIFERENTES MANEJOS DE LÂMINAS DE VINHAÇA

Autora: Edna Dayane de Bessa Almada  
Orientador: Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa  
Coorientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares

CERES - GO  
Julho - 2019

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

VARIETADES DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS A  
DIFERENTES MANEJOS DE LÂMINAS DE VINHAÇA

Autora: Edna Dayane de Bessa Almada  
Orientador: Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa  
Coorientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro 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  
Julho - 2019

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

AAL446 ALMADA, EDNA DAYANE DE BESSA  
v VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS A  
DIFERENTES MANEJOS DE LÂMINAS DE VINHAÇA / EDNA  
DAYANE DE BESSA ALMADA; orientador ANTÔNIO EVAMI  
CAVALCANTE SOUSA; co-orientador FREDERICO ANTÔNIO  
LOUREIRO SOARES. -- Ceres, 2019.  
40 p.

Dissertação ( em MESTRADO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO)  
-- Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2019.

1. Saccharum officinarum. 2. Fertirrigação. 3.  
Parcelamento. 4. Rendimento agrícola . I. SOUSA,  
ANTÔNIO EVAMI CAVALCANTE , orient. II. SOARES,  
FREDERICO ANTÔNIO LOUREIRO , co-orient. III. Título.

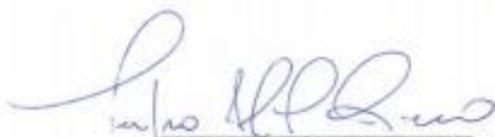
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS CERES  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS A  
DIFERENTES MANEJOS DE LÂMINAS DE VINHAÇA

Autora: Edna Dayane de Bessa Almada  
Orientador: Prof. Dr. Antônio Evami C. Sousa  
Coorientador: Prof. Dr. Frederico Antônio L. Soares.

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado - Área de  
Concentração: Tecnologias em Irrigação

APROVADA em 25 de Julho de 2019.



Dr. Pedro Henrique Pinto Ribeiro  
*Avaliador externo*

Valmont Indústria e Comércio LTDA



Prof. Dr. Edson Cabral da Silva  
*Avaliador externo*  
IF Goiano - Campus Rio Verde



Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares  
*Avaliador interno*  
IF Goiano - Campus Rio Verde



Prof. Dr. Antônio Evami C. Sousa  
(Orientador)  
IF Goiano - Campus Ceres

**DEDICO AOS MEUS PAIS,**  
**JUSCENITA MARTINS DE BESSA ALMADA E JOSÉ DORNELES DE**  
**ALMADA NETO,** pelo apoio, compreensão ao longo desses dois anos e também por  
tudo que foram e são em minha vida: exemplo de humildade, dignidade e luta.  
Novamente, essa conquista é de vocês.

### **OFEREÇO**

**À MINHA SOBRINHA ANTONELLA DE ALMADA**  
**À MINHA IRMÃ ADNA SUZANA DE BESSA ALMADA,**  
pela presença, força e união durante esses anos.

**E À MINHA AVÓ APARECIDA ROSA DE BESSA,**  
*in memoriam,* agradeço pelo apoio, amor e confiança ao longo dos dias em que  
esteve presente.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois se não fosse sua força, nada seria feito. Agradeço por ter me iluminado e pelas bênçãos no decorrer do meu caminho.

Aos meus pais, José Dorneles de Almada Neto e Juscenita Martins de Bessa Almada, de uma forma muito especial, pela educação e princípios de vida, que foram muito importantes para mim. E não poderia esquecer minha irmã Adna Suzana de Bessa Almada, obrigada pelo apoio, força e amor durante esse período.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres e a todos os professores do programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado, por todos esses anos de apoio.

Ao orientador, Prof. Dr. Antônio Evami, pelos ensinamentos, atenção, compreensão e amizade nesses anos de trabalho. Desejo-lhe muito sucesso!

Ao professor e coorientador Frederico Antônio, pelo conhecimento compartilhado, atenção e paciência durante a condução dos trabalhos.

Aos membros da banca avaliadora, pelas sugestões e auxílio final.

À Capes, por disponibilizar o Programa de Pós-Graduação no Cerrado (PPGIC)

Ao Wanderson Moreira, aluno do curso de agronomia que muito me ajudou na condução do trabalho.

Aos alunos do mestrado que tanto contribuíram para essa conquista, falo isso em nome dos meus colegas Ronaldo Sobrinho e Mônica Andrade, obrigada pelo apoio e amizade.

Ao meu amigo Eduardo Vieira, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que tanto contribuiu para a aprovação deste trabalho.

Em especial, à CRV Industrial e a toda a equipe, pelo apoio, financiamento e contribuição durante a realização dessa pesquisa, com certeza se não fosse isso não teria conseguido, em especial, ao diretor presidente, Dr. Paulo Fernando Cavalcanti de

Morais, à Superintendente de Recursos Humanos, Marcilene Cristina Alves Pereira, ao Superintendente Agrícola, Joaquim Regi Malheiros, e ao Gerente Agrícola, Carlos Damascena Jordão.

Ao meu namorado Wander Júnior, que esteve presente na etapa mais difícil de conclusão deste trabalho.

E jamais poderia me esquecer dos meus colegas de trabalho, Manoel Messias e Elion, que me deram apoio e suporte nesses anos.

E a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

Muito obrigada a todos. Jamais me esquecerei de cada um de vocês!

*“As pessoas esquecerão certos problemas  
Perdoarão certas falhas  
Mas jamais perdoarão como você as tratou”*

*César Sousa*

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

EDNA DAYANE DE BESSA ALMADA, filha de José Dorneles de Almada Neto e Juscenita Martins de Bessa Almada, nasceu em 11 de janeiro de 1994 em Ceres – GO.

Em 2012, iniciou o curso de Tecnologia em Gestão Ambiental pela Faculdade Católica de Anápolis, tendo recebido em 2014 o título de Tecnóloga em Gestão Ambiental. Ingressou no curso de pós-graduação pela Faculdade Católica de Anápolis no Curso de Gestão de Auditoria e Perícia Ambiental e em 2016 cursou especialização em Educação e Agroecologia pela Universidade Estadual de Goiás – Campus Itapuranga.

Em 2017, ingressou no curso de Mestrado em Irrigação no Cerrado, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Área de concentração Irrigação. Durante o curso de mestrado, trabalhou na Empresa CRV Industrial e Cooperativa Agroindustrial de Rubiataba (Atual emprego), sendo responsável pela gestão da certificação Bonsucro.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
AGRADECIMENTOS -----	v
BIOGRAFIA DA AUTORA -----	viii
ÍNDICE -----	ix
ÍNDICE DE TABELAS -----	x
ÍNDICE DE FIGURAS -----	xi
LISTA DE SÍMBOLOS -----	xii
CAPÍTULO I -----	xiv
RESUMO -----	xiv
ABSTRACT -----	xvivi
1. INTRODUÇÃO -----	18
1.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	20
2. CAPÍTULO II -----	211
2.1. INTRODUÇÃO -----	222
2.2. MATERIAL E MÉTODOS -----	244
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	277
2.4. CONCLUSÕES -----	356
2.5. AGRADECIMENTOS -----	366
2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	367

## ÍNDICE DE TABELAS

### Página

Tabela 1. Resumo da análise de variância e comparação do teste de média para altura de planta aos 162 (AP1), 200 (AP2), 243 (AP3) e 277 (AP4) dias após plantio de duas variedades de cana-de-açúcar (RB 86-7515 e SP 80-1816), no ciclo de cana planta, submetida a três manejos de aplicação de vinhaça. -----	27
Tabela 2. Resumo da análise de variância para diâmetro do colmo aos 162 (DC1), 200 (DC2), 243 (DC3) e 277 (DC4) dias após plantio de duas variedades de cana-de-açúcar (RB 86-7515 e SP 80-1816), no ciclo de cana planta, submetida a três manejos de aplicação de vinhaça. -----	28
Tabela 3. Resumo da análise de variância para número de folhas aos 162 (NF1), 200 (NF2), 243 (NF3) e 277 (NF4) dias após plantio de duas variedades de cana-de-açúcar, submetida a três manejos de aplicação de vinhaça.-----	29
Tabela 4. Desdobramento da interação para a variável de número de folhas com duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de cana planta (RB 86-7515 e SP 80-1816.) em função de níveis e formas de aplicação aos 200 dias após plantio. -----	30
Tabela 5. Resumo da análise de variância das duas variedades (RB 86-7515 e SP 80-1816) para produtividade de colmos (PRO), açúcar total recuperável (ATR), teor de sólidos solúveis (TSS), pol do caldo (PC), teor de sacarose aparente (POL) e teor de fibra (Fibra) aos 277 dias após plantio de duas variedades de cana-de-açúcar, submetidas a três manejos de aplicação de vinhaça. -----	31
Tabela 6. Resumo da análise de variância para açúcares redutores totais (ART), açúcares redutores (AR), rendimento de etanol (RE) e peso do bagaço úmido (PBU) e pureza (PRZ) aos 277 dias após plantio de duas variedades de cana-de-açúcar (RB 86-7515 e SP 80-1816), no ciclo de cana planta, submetidas a três manejos de aplicação de vinhaça. -----	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Precipitação pluvial registrada durante o período do experimento, CRV, 2018	
-----	24

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade
AF	Área Foliar	m <sup>2</sup>
ANOVA	Análise de Variância	-
AP	Altura de Plantas	M
AR	Açúcar Redutor	%
ART	Açúcar Redutor Total	%
ATR	Açúcar Total Recuperável	kg t <sup>-1</sup>
B	Boro	mg dm <sup>-3</sup>
Ca	Cálcio	cmolc dm <sup>-3</sup>
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento	-
Cu	Cobre	mg dm <sup>-3</sup>
CV	Coefficiente de Variação	%
DAP	Dias Após o Plantio	Dias
DBC	Delineamento em Blocos Casualizados	-
DC	Diâmetro de colmo	Mm
Fe	Ferro	mg dm <sup>-3</sup>
GL	Grau de Liberdade	-
K	Potássio	mg dm <sup>-3</sup>
K <sub>2</sub> O	Óxido de Potássio	g L <sup>-1</sup>
Mg	Magnésio	cmolc dm <sup>-3</sup>
Mn	Manganês	mg dm <sup>-3</sup>
N	Nitrogênio	g L <sup>-1</sup>
NF	Número de Folhas	Unidade
P	Fósforo	mg dm <sup>-3</sup>
PBU	Peso do bagaço úmido	Kg
PC	Pol do caldo	%
PH	Potencial Hidrogeniônico	-
POL	Teor de Sacarose Aparente	%
PRO	Produtividade	t ha <sup>-1</sup>
PRZ	Pureza	%
RE	Rendimento de Etanol	L t <sup>-1</sup>
S	Enxofre	mg dm <sup>-3</sup>

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade
SO <sub>4</sub>	Sulfato	
TSS	Teor de Sólidos Solúveis	Brix
Zn	Zinco	mg dm <sup>-3</sup>

## CAPÍTULO I

### RESUMO

ALMADA, EDNA DAYANE DE BESSA. Instituto Federal Goiano - Campus Ceres – GO, julho de 2019. **Variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes manejos de lâminas de vinhaça.** Orientador: Dr. Antônio Evami C. Sousa. Coorientador: Dr. Frederico Antônio L. Soares.

A utilização controlada de vinhaça no processo de fertirrigação na cana-de-açúcar permite a reciclagem de resíduos industriais, aumento da fertilidade do solo, redução da captação de água para irrigação e do uso de fertilizantes químicos. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes lâminas e parcelamento de vinhaça aplicadas em diferentes variedades de cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido na Fazenda Boa Sorte, município de Carmo do Rio Verde-GO, em área plantada com cana-de-açúcar das variedades RB 86-7515 e SP 80-1816, de ciclo cana planta. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com parcela subdividida, sendo consideradas duas variedades como parcelas e como subparcelas três manejos de aplicação de vinhaça: M1, duas lâminas parceladas de 20-20 mm; M2, uma lâmina de 40-0 mm; e M3, duas lâminas parceladas de 30-30 mm. Foram avaliadas variáveis biométricas de crescimento, produtividade e qualidade tecnológicas da cana-de-açúcar. Para os resultados encontrados, foi feita análise de variância pelo teste F e, posteriormente, para os dados significativos, foi feito o teste de média. A variedade SP80 – 1816 mostrou superioridade tanto para as variáveis biométricas altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas, quanto para as variáveis tecnológicas açúcares recuperáveis totais (ATR), teor de sólidos solúveis (TSS), pol do caldo (PC), teor de sacarose aparente (POL), Fibra, açúcar redutor total (ART), peso do bagaço úmido

(PBU) e rendimento do etanol (RE). O parcelamento da aplicação de vinhaça não mostrou viabilidade, visto não ter interferido na produtividade de colmos e ATR.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Saccharum officinarum*. Fertirrigação. Parcelamento. Rendimento agrícola

## ABSTRACT

ALMADA, EDNA DAYANE DE BESSA. Goiano Federal Insitute, Ceres Campus/GO, Brazil, July 2019. Sugar cane varieties under different management of vinasse blades. Mentor: Dr. Antônio Evami C. Sousa. Co-Mentor: Dr. Frederico Antônio L. Soares.

When the vinasse fertigation process is used under control in the sugar cane plantation, events such as industrial residues can be recycled and soil fertility increased. In addition, water catchment to irrigation and the use of chemical fertilizer can be both reduced. In this context, this research goals was to evaluate the effect of different blades and installments of vinasse, wich was applied under sugar cane distinct varieties. The experiment took place at Boa Sorte farm in Carmo do Rio Verde - GO, Brazil. It was developed in an area planted with sugar cane varieties RB 86-7515 and SP 80-1816, in the sugar cane cycle. The statistical subdirectory used was a randomized blocks (DBC). It was subdivided in plots. Thus the plots were formed by two types of plots and the subplots were used in three vinasse managements application. This process was made in order to evaluate sugar cane as biometric variables of growth, productivity and technological quality. it was considered: M1 two 20-20 mm parceled blades, M2 one 40-0 mm and M3 two parceled blades. 30-30 mm). For the results found were made the variance analysis by the F test. After that, the average positive data test was made. It was appraised characteristics such as plant variables (AP), stem diameter (DC) and number of recoverable sugar plants (ATR), soluble solids content (TSS), pol broth (PC), apparent sucrose content (POL), Fiber, total sugar reducer (ART), wet bagasse weight (PBU), and ethanol yield (RE) a variety SP80 - 1816 demonstrated

superiority. The vinasse plots application did not show viability as it did not interfere with stem yield and ATR.

**KEYWORDS:** *Saccharum officinarum*. Fertigation. Installment. Nutrition, Farm incomes.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil se posiciona atualmente como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. O aumento da crescente demanda pelos biocombustíveis, em especial o etanol, aliado às grandes áreas cultiváveis e a condições edafoclimáticas favoráveis à cana-de-açúcar, torna o Brasil participante na comercialização mundial com elevada competitividade (CONAB, 2018). Diante de tal cenário, as extensas áreas já ocupadas pela cultura de cana-de-açúcar tendem a se expandir, havendo, conseqüentemente, aumento da demanda de água e insumos para suprir esses cultivos. Neste sentido, tem-se a constante necessidade de aprimoramento das técnicas de cultivo e das tecnologias utilizadas no campo no sentido de otimizar o uso da água e de insumos.

No processo de industrialização da cana-de-açúcar, é gerada uma grande quantidade de vinhaça. Segundo Assad (2017), para cada litro de álcool produzido, são gerados de 10 a 14 litros de vinhaça, dependendo das condições tecnológicas da destilaria. A vinhaça, resíduo gerado pela produção do etanol, tem sido uma das alternativas para minimizar o uso da água para irrigação e reduzir o uso e os custos com fertilizantes químicos na produção de cana-de-açúcar. De acordo com Magalhães (2010), o uso da vinhaça como fonte de nutrientes na cultura da cana-de-açúcar é uma alternativa viável e tem se destacado pelo seu baixo custo de manutenção e investimentos iniciais, além de sua aplicação poder ser feita de várias maneiras e por vários sistemas de irrigação.

Estudos conduzidos por Brito et al. (2009), Crusciol et al. (2010) e Silvestre et al. (2014) mostram que a vinhaça tem sido utilizada para suprir as necessidades hídricas e nutricionais da cultura, em especial o potássio (K), tendo trazido resultados

satisfatórios em termos de produtividade. A vinhaça influencia diretamente no processo de acúmulo de sacarose na planta, devido à sua composição por água, macro, micronutrientes e metais pesados.

Barbosa et al. (2012) sustentam que são constatados casos em que a aplicação de vinhaça na cana-de-açúcar em dosagens adequadas pode alterar sua qualidade, obtendo mudanças no teor de sólidos solúveis (TSS) e no teor de sacarose do caldo (Pol). Portanto, a vinhaça, quando utilizada, traz resultados positivos para a cultura de cana-de-açúcar, bem como para nutrição dos solos quando aplicada em dosagem adequada.

De acordo com Souza et al. (2015), o benefício imediato do uso racional da vinhaça nas lavouras canavieiras se dá pelo aumento da produtividade, que ocorre com mais intensidade em solos mais pobres e em regiões mais secas.

Para alcançar ótimas produções, é necessário um suprimento adequado de água e nutrientes para que não ocorra deficiência e nem toxidez nutricional (Santos, 2008; Rodrigues et al., 2017). E embora as doses de vinhaça tenham proporcionado resultados satisfatórios na produção de cana-de-açúcar e em outras culturas, não deve ser levada em consideração apenas a composição da vinhaça para determinar qual a melhor lâmina e/ou dosagem, visto que as condições edafoclimáticas, o manejo escolhido e o genótipo da cultura são fundamentais neste processo (Cesar et al., 1987).

A utilização da vinhaça no processo de fertirrigação tem-se mostrado promissora e é uma das estratégias que têm beneficiado a produção de cana-de-açúcar na região do cerrado, minimizando os impactos ambientais ocasionados pelo uso da água. Todavia, para as usinas que buscam aumentar sua produtividade, faz-se importante avaliar a resposta da variedade de cana-de-açúcar diante dos diferentes manejos de aplicação de vinhaça. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do parcelamento de lâminas de vinhaça aplicadas em diferentes variedades de cana-de-açúcar.

## 1.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assad, L. Aproveitamento de resíduos do setor sucroalcooleiro desafia empresas e pesquisadores. **Revista Ciência e Cultura**. v. 69, n.º. 4, São Paulo, 2017.

Barbosa, E. A. A.; Arruda, F. B.; Pires, R. C. C.; Silva, T. J. A.; Sakai, E. Cana-de-açúcar fertirrigada com vinhaça e adubos minerais via irrigação por gotejamento subsuperficial: ciclo da cana-planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 9, p. 952–958, 2012.

Brito, F. L.; Rolim, M. M.; Pedrosa, E. M. R. Efeito da aplicação de vinhaça nas características químicas de solos da Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, p. 456–462, 2009.

Cesar, M. A. A.; Delgado, A. A.; Camargo, A. P. De; Bissoli, B. M. A.; Silva, F. C. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando ao processo industrial. *STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, v. 6, p. 32-38, 1987.

Companhia Nacional de Abastecimento. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento: **Acompanhamento de safra de Cana-de-açúcar**, Brasília, p. 1-77, dezembro 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>. Acesso em 08 de janeiro. 2019.

Crusciol, C. A. C.; Silva, M.D.A.; Rossetto, R.; Soratto, R.P. **Ecofisiologia da cana-de-açúcar**. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais Botucatu, 2010.

Magalhães, V. R. Influência de doses de vinhaça nas características agrônômicas de variedades de cana-de-açúcar, cana planta e atributos químicos do solo. Unimontes: Universidade Estadual de Montes Claros, 2010. 89 p. Dissertação.

Rodrigues, W. D. M.; Evanhelista, A. W. P.; Júnior, J. A.; Costa, R. B. D. Effects of vinasse and lithothamnium application on the initial growth of sugar cane (*Saccharum* sp. Cv. Rb 86-7515) irrigated and not irrigated. **Acta agronomica**, v. 67, n. 2, 2017.

Santos, A. C. A. Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para as condições edafoclimáticas de Aparecida do Taboado – MS. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. 2008. 90 p. Dissertação.

Silvestre, A. A. F.; Reis, A. C. D. S.; Gomes, A. D. O.; Silva, F. D.; Débia, P. J. G.; Jr, Gonçalves, A. C. Use of stillage in agriculture. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 3, n. Especial, p. 47–62, 2014.

Souza, J. K. C.; Mesquita, F. O.; Dantas Neto, J.; Souza, M. M. A.; Farias, C. H. A.; Mendes, H. C.; Nunes, R. M. A. Fertirrigação com vinhaça na produção de cana-de-açúcar. **Agropecuária Científica no Semiárido**, V. 11, n. 2, p. 7-12, 2015.

## 2. CAPÍTULO II

Normas da Revista CAATINGA

### **PRODUTIVIDADE E QUALIDADE TECNOLÓGICA DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS A MANEJOS DE APLICAÇÃO DE VINHAÇA**

**RESUMO** - Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho biométrico e tecnológico de duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de cana-plantar, sob aplicação de diferentes lâminas e parcelamento de vinhaça. O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda Boa Sorte, localizada no município de Carmo do Rio Verde - GO, em um Latossolo vermelho eutrófico. Foi utilizado para o experimento o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), com parcela subdividida, sendo as parcelas duas variedades de cana-de-açúcar (RB 86-7515 e SP 80-1816) e as subparcelas três manejos da aplicação de vinhaça (M1 20-20 mm, M2 40-0 mm e M3 30-30 mm), com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. As variáveis analisadas foram altura de planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC), área foliar (AF), produtividade de colmos (PRO), teor de sólidos solúveis (TSS), pol do caldo (PC), teor de sacarose aparente (POL), teor de fibra (Fibra), açúcares redutores totais (ART), açúcares redutores. Para os resultados encontrados foi feita análise de variância pelo teste F e, posteriormente, para os dados significativos, foi feito o teste de média. A variedade SP80 – 1816 mostrou superioridade tanto para as variáveis biométricas AP, DC e NF quanto para as variáveis tecnológicas ATR, TSS, PC, POL, FIBRA, ART, PBU e RE. O rendimento de etanol e o teor de açúcares totais recuperáveis foram superiores para a variedade SP80 – 1816, não havendo diferença entre os manejos de aplicação de vinhaça. O parcelamento da aplicação de vinhaça não mostrou viabilidade, visto não ter interferido na produtividade de açúcar e etanol.

**Palavras-chave:** *Saccharum officinarum*. Fertirrigação. Produtividade. Rendimento. Adubação potássica.

## **PRODUCTIVITY AND TECHNOLOGICAL QUALITY OF SUGAR CANE VARIETIES UNDER APPLICATION MANAGEMENT**

The goal of this research was to evaluate two different types of sugar cane as their biometric and technological performance in the sugarcane cycle, under sugar cane distinct varieties, different blades and plots vinasse. The experiment took place at boa sorte farm experimental area in Goiás, Carmo do Rio Verde city, in a eutrophic red latosol. The experimental lineation was randomized block (DBC). It was subdivided in plots. Thus the plots were formed by a factorial scheme (2x3), with subdivided plot was used for the experiment, being the set two varieties of sugarcane (RB 86-7515 and SP 80-1816) and three treatments of the application of vinasse (M1 20-20 mm, M2 40-0 mm and M3 30-30 mm) with four replicates, totaling 24 experimental units. The variables analyzed were plant height (AP), number of leaves (NF) stem diameter (DC), leaf width (LF), leaf length (CF) and stalk numbers (NC), soluble solids content (TSS), broth pol (PC), apparent sucrose content (POL), fiber content (Fiber), Brix sugar total reducers (ART), reducing sugars. For the results found were made the variance analysis by the F test. After that, the average positive data test was made. Both the biometric (AP, DC and NF) and technological variables (ATR, TSS, PC, POL, FIBRA, ART, PBU, and RE) showed the SP80 - 1816 variety to be superior. The ethanol yield and the total recoverable sugar content were higher for the SP80 - 1816 variety, with no difference between the vinasse application managements. The plotting of vinasse application did not demonstrate viability since it did not interfere in sugar and ethanol productivity.

**Keywords:** *Saccharum officinarum*. Fertigation. Productivity. Yield. Nutrient recycling. Potassium fertilization.

### **2.1. INTRODUÇÃO**

Considerada uma planta com grande potencial produtivo para produção de massa seca e suplementação de energia, a cana-de-açúcar se destaca entre as demais culturas pela sua fácil

adaptação aos climas brasileiros, tornando-se uma das culturas que mais crescem no Brasil (OLIVEIRA; BRAGA; SANTOS, 2015).

No cenário atual, verifica-se uma expansão das áreas de cultivo de cana-de-açúcar no território nacional, o que mostra a importância desta cultura na economia brasileira. Atualmente o Brasil figura como o segundo maior produtor mundial de etanol, ficando pouco abaixo dos Estados Unidos. De acordo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção de cana-de-açúcar na região centro-oeste no ano de 2018 foi de 135 milhões de toneladas. Em Goiás, a área plantada foi de 909,8 mil hectares, gerando 69,1 milhões de toneladas de cana-de-açúcar colhida, visando à produção de 1.749,7 mil toneladas de açúcar e 5.059,5 milhões de litros de etanol (CONAB, 2018).

Para manter alta produtividade, devem ser levados em consideração alguns fatores, como quantidade de água aplicada, manejo de irrigação, tipo de solo, clima e variedade (BAFFA; FREITAS; BRASIL, 2009). Portanto, entre estas implicações, faz-se necessário escolher a variedade que melhor se adapta às condições de cultivo, podendo ser destacadas as variedades RB 86-7515 e SP 80-1816, que estão entre as mais cultivadas no Brasil.

A RB 86-7515 tem desenvolvimento rápido, principalmente na área foliar, o que mostra eficiência fotossintética, tem colmo e perfilhamento médio tanto para cana planta como para cana soca, seu porte é alto e ereto. É tolerante à seca e tende a ter alta produtividade quando cultivada em solos ideais. Tem alto teor de sacarose, além de boa brotação (FAGUNDES; SILVA; BONFIM-SILVA, 2014; HOFFMANN, 2008; MARQUES; SILVA, 2008).

A variedade SP 80-1816 também é bastante cultivada pela sua elevada produtividade e adaptação às condições climáticas brasileiras. Tem produção que varia de média a alta, ótima brotação de soqueira, além de alto teor de sacarose e fibra, fatores essenciais e mais visados nas usinas atualmente (LIMA, 2008).

Entretanto, para alcançar todo este potencial produtivo, diferentes modelos de irrigação têm sido desenvolvidos com o intuito de beneficiar a cultura de cana-de-açúcar, visualizando o aumento da produtividade e permitindo também maior eficiência no uso de fertilizantes (BAFFA; FREITAS; BRASIL, 2009).

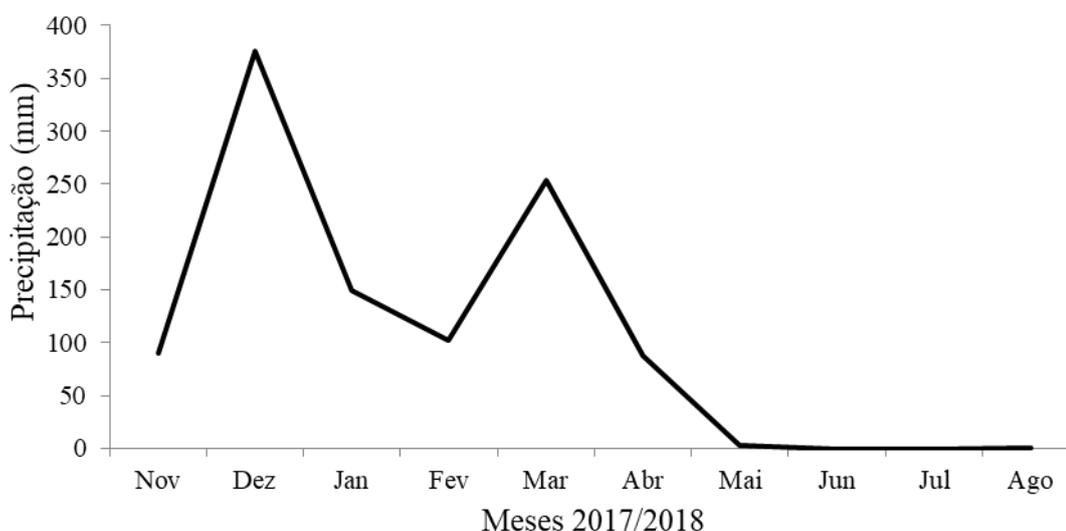
Neste sentido, além dos vários fatores que influenciam no crescimento/desenvolvimento da cultura, para as usinas que vivem em busca do aumento da sua produção, a escolha por um manejo adequado é primordial. E a vinhaça tem se tornado um grande alvo para que isso seja alcançado, pois os resultados obtidos têm sido satisfatórios, tendo em vista que, de acordo com Silva; Bono; Pereira (2014), a vinhaça quando aplicada de maneira adequada tem potencial para aumentar a produtividade da cultura.

Assim, além das técnicas de irrigação com água, as usinas têm buscado desenvolver práticas de manejo com vinhaça. Os benefícios do uso da vinhaça não se resumem apenas em suprir as necessidades hídricas da cana-de-açúcar, mas também a atuar como fonte de nutrientes, em especial de potássio para a planta, quando aplicada de maneira adequada.

Considerando o assunto abordado, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho biométrico e tecnológico de duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de cana planta, sob a aplicação de diferentes lâminas e parcelamento de vinhaça.

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Carmo de Rio Verde-GO, na Fazenda Boa Sorte, sob as coordenadas geográficas 15°19'00"S de latitude e 49°45'40" O de longitude e 656 m de altitude. O clima da região é classificado como Aw, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso, com temperatura média de 24,6 °C, mínima de 17,6°C no mês de maio a junho, e máxima de 29,5 °C entre os meses de janeiro e fevereiro (CLIMATE-DATA.ORG, 2018). Os dados de precipitação, Figura 1, foram coletados por um pluviômetro instalado próximo ao experimento, que mediu 1.063 mm.



**Figura 1.** Precipitação registrada durante o período de condução do experimento, CRV, 2018

De acordo com o sistema brasileiro de classificação do solo, o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (SANTOS et al., 2018), com textura franco-argilo-arenosa. A análise da amostra do solo da área experimental, retirada na camada de 0 a 25 cm de profundidade, antes do plantio, apresentou as seguintes características

químicas: pH 5.00 em  $\text{CaCl}_2$ ; 104,70  $\text{mg dm}^{-3}$  de P; 326,50  $\text{mg dm}^{-3}$  de K; 34,00  $\text{mg dm}^{-3}$  de S; 1,80  $\text{cmolc dm}^{-3}$  de Ca; 1,30  $\text{cmolc dm}^{-3}$  de Mg; 0,0  $\text{cmolc dm}^{-3}$  de Al; 7,20  $\text{cmolc dm}^{-3}$  de CTC; saturação por bases igual a 54,00%; 40,00  $\text{g dm}^{-3}$  de matéria orgânica; 0,99  $\text{mg dm}^{-3}$  de Cu; 0,87  $\text{mg dm}^{-3}$  de Zn; 0,20  $\text{mg dm}^{-3}$  de B; 20,00  $\text{mg dm}^{-3}$  de Fe; e 6,51  $\text{mg dm}^{-3}$  de Mn. As análises foram feitas de acordo com metodologia proposta por Teixeira et al. (2017).

O preparo do solo consistiu em uma subsolagem a 40 cm de profundidade e logo após foi utilizada uma grade niveladora para quebrar os torrões. De acordo com análise de solo, procedeu-se à aplicação de calcário a fim de atingir a saturação por bases de 70%, tendo sido utilizados 2,46  $\text{t ha}^{-1}$  de calcário e 2,04  $\text{t ha}^{-1}$  de gesso. Foram aplicados 0,147  $\text{t ha}^{-1}$  de ureia e, posteriormente a adubação de fundação no fundo do sulco, com aplicação de 0,524  $\text{t ha}^{-1}$  do formulado 05-25-25, seguindo os padrões de adubação da Usina CRV.

O plantio seguiu o padrão da usina CRV, do tipo convencional reduzido, semimecanizado, com distribuição mecanizada e, em seguida, os toletes de cana-de-açúcar foram distribuídos manualmente e os sulcos cobertos.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com parcela subdividida, sendo consideradas duas variedades como parcelas e as subparcelas, três manejos de aplicação de vinhaça: M1, duas lâminas parceladas de 20-20 mm; M2, uma lâmina de 40-0 mm; e M3, duas lâminas parceladas de 30-30 mm, com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

As parcelas experimentais apresentavam largura média de 320 metros, mantendo-se para análise do experimento as seis faixas úteis de 72 metros de largura ou 48 linhas de cana, com espaçamento de 1.5 metros entre linhas, e para coleta de dados foi considerada apenas a área útil de 74 metros de cada parcela.

A área experimental foi irrigada com vinhaça, resíduo obtido pela usina CRV industrial. De acordo com a análise, a vinhaça aplicada, na primeira e segunda etapa, tinha, respectivamente, as seguintes características químicas: 0,28 e 0,46  $\text{g L}^{-1}$  de N; 0,11 e 0,06 de P; 1976,00 e 1686  $\text{kg m}^{-3}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ; 1,98 e 1,69  $\text{kg m}^{-3}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ; 0,53 e 0,49  $\text{g L}^{-1}$  de Ca; 0,29 e 0,43  $\text{g L}^{-1}$  de Mg; 1,28 e 1,82  $\text{mg L}^{-1}$  de  $\text{SO}_4$ ; 0,20 e 0,31  $\text{mg L}^{-1}$  de Cu; 170 e 83,00  $\text{mg L}^{-1}$  de Fe; 3,4 e 2,80  $\text{mg L}^{-1}$  de Mn; e 0,53 e 1,00  $\text{mg L}^{-1}$  de Zn.

De acordo com os resultados da análise química da vinhaça, na primeira e segunda etapa, foram aplicados 734 kg de  $\text{K}_2\text{O}$  no tratamento M1 (20-20 mm), 792 kg de  $\text{K}_2\text{O}$  no tratamento M2 (40 mm) e 1101 kg de  $\text{K}_2\text{O}$  no tratamento M3 (30-30 mm).

O método de irrigação utilizado foi o de aspersão mecanizada por autopropelido. O conjunto motobomba era formado por um motor TCA/série 10, com uma rotação de 1780

RPM, de 140 CV, conectado a uma bomba IMBIL 100-500/2, com vazão média de  $120 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ . O carretel irrigador utilizado foi da Marca Irriga Brasil GSV/350, utilizando uma mangueira de 140 mm e 350 metros de comprimento, com canhão aspersor modelo Twin 202 Plus, para montagem da rede foi utilizada tubulação de alta pressão da Raesa de 6".

Os manejos foram: M1, uma aplicação de 40 mm de lâmina de vinhaça fracionada em duas etapas de 20 mm; M2, aplicação de 40 mm; e M3 uma aplicação de 60 mm de lâmina fracionada em duas etapas de 30 mm. O intervalo de aplicação das lâminas foi de 34 dias.

De acordo com os tratamentos eram necessárias mudanças na configuração do painel da turbomaq, e essa distância era indicada por fitas brancas, amarradas ao longo da mangueira. Definida a lâmina a ser aplicada, utilizava-se um ramal de espera para mudanças de faixas. A configuração de trabalho do sistema foi feita pelo painel do carretel, que especificava a velocidade ( $\text{m h}^{-1}$ ) de acordo com os manejos definidos.

Foram feitas análises biométricas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, tendo sido verificados altura de planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro do colmo (DC), Largura de folha (LF), Comprimento de Folha (CF) e produtividade de colmos (PRO). Para as análises biométricas, as coletas foram feitas dentro da área útil da parcela.

A altura de planta foi determinada pela medida da distância do primeiro nó, após o corte, até a base da folha (+1) da planta. Seguindo a metodologia de Oliveira et al. (2010), esta mesma folha (+1) foi utilizada para determinar o comprimento e a largura, com auxílio de uma fita métrica. O diâmetro do colmo foi aferido com auxílio de um paquímetro digital graduado em mm (DIGIMESS®). Para o cálculo da área foliar utilizou-se a seguinte equação: Comprimento de folha (M) x Largura de folha (M) x 0.75 x (Número de folhas + 2).

Cinco dias antes da colheita, foram coletadas amostras de cana para estimar a produtividade de colmos por hectares (PRO), isto foi feito dentro das 24 parcelas experimentais. A metodologia utilizada foi que a cada dois metros, sendo estes medidos por fita métrica, fazia-se a contagem da planta, logo após era cortada e pesada com auxílio de uma balança digital portátil com gancho.

Para as análises tecnológicas, foram coletados dez feixes de plantas em cada parcela, totalizando 240 plantas. Esse material foi devidamente identificado e encaminhado ao laboratório interno da usina CRV Industrial. As variáveis analisadas foram teor de sólidos solúveis (TSS), pol do caldo (PC), teor de sacarose aparente (POL), teor de fibra (Fibra), açúcares redutores totais (ART), açúcares redutores (AR), açúcares recuperáveis totais (ATR), rendimento de etanol (RE) e peso do bagaço úmido (PBU) e pureza (PRZ). Posteriormente, foi feita a colheita da área.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para os resultados que apresentaram diferença significativa, foi feito o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR.

### 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das médias da variável altura de planta aos 162 (AP1), 200 (AP2), 243 (AP3) e 277 (AP4) dias após plantio (DAP) mostraram que ocorreu diferença significativa ( $p < 0.01$ ), (aos 200 e 243 DAP) entre as variedades, não tendo havido efeito significativo para manejo e fatores interativos (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância e comparação do teste de média para altura de planta aos 162 (AP1), 200 (AP2), 243 (AP3) e 277 (AP4) dias após plantio, de duas variedades de cana-de-açúcar (RB 86-7515 e SP 80-1816), no ciclo de cana planta, submetida a três manejos de aplicação de vinhaça.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		AP 1	AP 2	AP 3	AP 4
Variedade (V)	1	0.47ns	1.53**	2.21**	0.82ns
BLOCO	3	0.05ns	0.05ns	0.07ns	0.08ns
Resíduo a	3	0.09	0.04	0.02	0.085
Manejo (M)	2	0.02ns	0.00 ns	0.02ns	0.04ns
Interação V x M	2	0.04ns	0.04 ns	0.01ns	0.01ns
Resíduo b	12	0.02	0.01	0.03	0.02
CV (a)		18.84	8.15	5.96	10.29
CV (b)		8.05	3.83	7.45	5.33
		Médias			
VARIEDADES		M			
RB86 – 7515		1.50	2.18b	2.08b	2.65
SP80 -1816		1.78	2.69a	2.69a	3.02
MANEJO DE APLICAÇÃO					
20 mm – 20 mm		1.66	2.43	2.33	2.75
40 mm – 0 mm		1.58	2.43	2.40	2.89
30 mm – 30 mm		1.67	2.44	2.43	2.87

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; GL grau de liberdade, CV coeficiente de variação; letra diferentes entre linhas houve diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Aos 200 DAP, plantas da variedade SP80–1816, Tabela 1, apresentaram altura de planta 18.96% superior a plantas da variedade RB86 – 7515; já aos 200 DAP, essa diferença de altura da planta foi 22.68%. Rápido desenvolvimento vegetativo e porte ereto são características da SP80-1816 (ZACURA FILHO; PICCIRILLI, 2012), o que pode ter contribuído para os resultados verificados.

Macedo et al. (2013), ao trabalharem com as variedades RB86-7515, RB83-5486, SP81-3250, SP80-1816, RB92579 e RB85-5536 em sucessão a diferentes cultivos em pastagem

degradada, verificaram que, aos 17 meses de idade da cana planta, as variedades RB86-7515 e SP80-1816, juntamente com as variedades RB92579 e RB85-5536, apresentaram alturas superiores em relação às demais.

Quanto à comparação de aplicação de diferentes doses de vinhaça, Magalhães (2010), trabalhando também com as variedades SP80 – 1816 e RB85 - 5453, ao comparar as doses de vinhaça de 0,120; 240 e 420 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e adubação potássica convencional, observou que a altura das plantas submetidas às doses de 240 e 420 mm não diferiu das plantas cultivadas apenas com adubação convencional, comprovando, assim, o potencial nutritivo da vinhaça.

Para a variável diâmetro do colmo, houve diferença significativa aos 243 DAP entre as variedades e aos 162 DAP entre os manejos de aplicação de vinhaça. Não ocorreu diferença significativa entre os fatores interativos (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para diâmetro do colmo aos 162 (DC1), 200 (DC2), 243 (DC3) e 277 (DC4) dias após plantio de duas variedades de cana-de-açúcar (RB 86-7515 e SP 80-1816), no ciclo de cana planta, submetida a três manejos de aplicação de vinhaça.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		DC 1	DC 2	DC 3	DC 4
Variedade (V)	1	31.64ns	27.24ns	115.50*	38.25ns
BLOCO	3	15.62ns	4.53ns	0.70ns	3.68ns
Resíduo a	3	24.36	3.94	4.86	4.67
Manejo (M)	2	48.01*	0.98ns	5.39ns	5.32ns
Interação V x M	2	17.25ns	1.76ns	0.80ns	1.51ns
Resíduo b	12	10.75	1.83	2.05	5.70
CV (a)		16.23	6.70	7.17	6.97
CV (b)		10.78	4.56	4.66	7.70
		Médias			
VARIEDADES		Mm			
RB86 – 7515		31.57	30.69	32.93a	32.28
SP80 -1816		29.27	28.56	28.54b	29.75
MANEJO DE APLICAÇÃO					
20 mm – 20 mm		27.62b	29.69	31.62	30.28
40 mm – 0 mm		31.47ab	29.94	30.01	30.88
30 mm – 30 mm		32.17a	29.25	30.57	31.89

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; GL grau de liberdade, CV coeficiente de variação; letras diferentes entre linhas mostram que houve diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Aos 243 DAP, verificou-se que o diâmetro do colmo da variedade RB86 - 7515 foi 13.33% maior do que o da variedade SP80 – 1816 (Tabela 2). A variedade RB86 - 7515 apresenta perfilhamento médio, enquanto a variedade SP80 – 1816 apresenta alto perfilhamento. Partindo do princípio da relação fonte/dreno, já é esperado que materiais com menor perfilhamento apresentem maior diâmetro de colmo. Como apontado por Dillewijn (1952), o diâmetro varia de acordo com as variedades, no entanto, quanto maior o diâmetro, menor o perfilhamento das touceiras e menor a produtividade.

Campos et al. (2014), ao avaliarem 16 variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no cerrado goiano, verificaram que a variedade RB86 -7515 estava entre as dez variedades que obtiveram médias superiores aos 285 DAP, em relação às demais variedades, para a variável diâmetro do colmo.

Quanto ao manejo de aplicação de vinhaça, verificou-se que, aos 162 DAP, o diâmetro do colmo sob manejo de 30 mm – 30 mm foi estatisticamente superior à aplicação de 20 mm - 20 mm e semelhante à aplicação de dose única de 40 mm de vinhaça (Tabela 2). No presente trabalho, para esta variável, o parcelamento das doses de vinhaça não se justificou, pois a maior dose parcelada (30 mm – 30 mm) foi estatisticamente semelhante à dose com 20 mm a menos, aplicada de uma só vez (40 mm).

Magalhães et al. (2010) constataram em seus estudos aumento linear do diâmetro do colmo da cana-de-açúcar em função do aumento das doses de vinhaça aplicadas, para as duas variedades avaliadas no estudo, SP80 – 1816 e RB85 – 5453.

Ocorreu diferença significativa para número de folhas aos 200 e 243 DAP entre as variedades e também se observou efeito significativo para interação entre as variedades e os manejos avaliados (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para número de folhas aos 162 (NF1), 200 (NF2), 243 (NF3) e 277 (NF4) dias após plantio de duas variedades de cana-de-açúcar submetidas a três manejos de aplicação de vinhaça.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		NF 1	NF2	NF 3	NF 4
Variedade (V)	1	13.50ns	8.76**	4.59*	4.59ns
BLOCO	3	0.61ns	0.18ns	0.81ns	0.37ns
Resíduo a	3	1.83	0.18	0.34	0.62
Manejo (M)	2	0.03ns	0.20ns	0.32ns	0.63ns
Interação V x M	2	1.21ns	1.07*	0.03ns	0.22ns
Resíduo b	12	1.63	0.26	0.41	0.45
CV (a)		23.55	5.82	7.67	10.04
CV (b)		22.26	7.06	8.41	8.59
		Médias			
VARIEDADES		Um			
RB86 – 7515		5.00	6.62b	7.21b	7.42
SP80 -1816		6.50	7.83a	8.08a	8.29
MANEJO DE APLICAÇÃO					
20 mm – 20 mm		5.81	7.25	7.87	7.56
40 mm – 0 mm		5.69	7.37	7.56	8.12
30 mm – 30 mm		5.75	7.06	7.50	7.87

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; GL grau de liberdade, CV coeficiente de variação; letras diferentes entre linhas mostram que houve diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quando avaliado o efeito do fator manejo de aplicação de vinhaça sobre diferentes variedades, verificou-se que, quanto ao número de folhas, apenas variedade SP80 -1816 mostrou efeito significativo. E quando comparadas as variedades para cada manejo, apenas nos manejos de 20-20 mm e 40-0 mm houve diferença significativa entre as variedades (Tabela 4).

Tabela 4. Desdobramento da interação para a variável de número de folhas com duas variedades de cana-de-açúcar no ciclo de cana planta (RB 86-7515 e SP 80-1816.) em função de níveis e formas de aplicação aos 200 dias após plantio.

Variedade	NF aos 200 DAP (un)		
	Manejo		
	20-20 mm	40 - 0 mm	30-30 mm
RB86-7515	6.50bA	6.50Ba	6.87aA
SP80 -1816	8.00aAB	8.25Aa	7.25aB

Letras minúsculas iguais mostram que não houve diferença significativa entre variedades; Letras iguais maiúsculas mostram que não houve diferença significativa entre os manejos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 4 mostra que a variedade SP80 – 1816, sob o manejo de aplicação de 40 mm de vinhaça em uma única etapa, mostrou resultado superior quanto ao número de folhas em relação à aplicação de 30 – 30 mm. A variedade SP80 – 1816 apresentou maior número de folhas sob os manejos de 20-20 mm e 40-0 mm em relação à RB 86 -7515.

Maia Junior (2018), ao avaliar seis cultivares de cana-de-açúcar, RB72910, RB99382, RB72454, RB855536, RB92579 e RB931011, verificou diferenças significativas para número de folhas, tendo a variedade RB99382 se destacado com maior número de folhas dos 90 aos 240 DAP, enquanto a variedade RB855536 teve menor número de folhas também no mesmo período. Já Marques et al. (2005), ao comparar seis variedades de cana-de-açúcar, RB 72-454, RB 85-5536, RB 86-7515, SP 81-3250, RB 84-5210, SP 80-1816, nas condições edáficas de Presidente Prudente-SP, não verificaram diferença significativa para o número de folhas.

A variável área foliar não apresentou diferença significativa para os fatores isolados e interativos aos 162, 200, 243 e 277 dias após o plantio. Quando avaliado somente o fator variedade, verificou-se que os valores médios para RB 86 – 7515 e SP80 - 1816 variaram, respectivamente, de 0.56 a 0.59 m<sup>2</sup> e de 0.46 a 0.68 m<sup>2</sup>. Para o manejo de aplicação de 20 mm – 20 mm, a média da área foliar variou de 0,39 a 0,65 m<sup>2</sup>, para 40 mm – 0 mm, variou de 0,39 a 0,67 m<sup>2</sup> e no manejo de 30 mm – 30 mm, variou de 0,61 a 0,73 m<sup>2</sup>.

Segundo Simões et al. (2017), os estudos morfométricos de determinação da área foliar são úteis para o entendimento do comportamento das plantas frente aos fatores nutricionais, hídricos, fitossanitários, de manejo, entre outros. Maia Júnior et al. (2018), ao avaliar seis cultivares diferentes de cana-de-açúcar, apontam que a área foliar juntamente com a largura foliar podem ser levadas em consideração na seleção de cultivares quanto à sua capacidade produtiva, sobretudo por apresentarem boa correlação entre peso e diâmetro de colmos.

As variedades utilizadas apresentaram efeito significativo para as variáveis açúcar total recuperável, teor de sólidos solúveis, pol do caldo, teor de sacarose aparente e teor de fibra, e Tendo a variedade SP80 - 1816 apresentado resultados superiores. Não houve resposta significativa para o manejo e para a interação entre variedade e manejo ( $p < 0.05$ ) (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância das duas variedades (RB 86-7515 e SP 80-1816) para produtividade de colmos (PRO), açúcar total recuperável (ATR), teor de sólidos solúveis (TSS), pol do caldo (PC), teor de sacarose aparente (POL) e teor de fibra (Fibra) aos 277 dias após plantio de duas variedades de cana-de-açúcar, submetidas a três manejos de aplicação de vinhaça.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		PRO <sup>1</sup>	ATR	TSS	PC	POL	Fibra
Variedade (V)	1	8.0881ns	324.87*	20.72*	8.18*	13.39**	3.62*
BLOCO	3	1.0904ns	49.52ns	1.65ns	0.63ns	1.23ns	0.14ns
Resíduo a	3	2.9726	24,04	0,99	0,24	0,36	0,32
Manejo (M)	2	0.3384ns	139.75ns	1.24ns	1.18ns	1.91ns	0.08ns
Interação V x M	2	2.1656ns	107.79ns	0.59ns	0.30ns	0.29ns	0.05ns
Resíduo b	12	3.3293	36.31	0.516	0.5	0.78	0.15
CV (a)		17.06	3.82	5.29	3.87	4.01	5.07
CV (b)		18.06	4.69	3.82	5.82	5.92	3.43
		Médias					
VARIEDADES		t ha <sup>-1</sup>	Kg t <sup>-1</sup>	°Brix	%	%	
RB86 – 7515		118,59	124.35b	17.90b	12.19b	14.18b	10.81b
SP80 -1816		91,1	132.06a	19.76a	13.36a	15.67a	11.59 <sup>a</sup>
		MANEJO DE APLICAÇÃO					
20 mm – 20 mm		99,33	126.47	18.40	12.35	14.41	11.28
40 mm – 0 mm		102,94	133.33	19.17	13.10	15.39	11.25
30 mm – 30 mm		112,25	125.76	18.91	12.87	14.97	11.09

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; GL grau de liberdade, CV coeficiente de variação; letras diferentes entre linhas mostram que houve diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>1</sup> Dados transformados em Raiz de X.

Tasso Júnior et al. (2007) observaram, em estudo com vinhaça em Latossolo Vermelho distroférico, utilizando a variedade SP81-3250, que, em cana planta, a vinhaça não influenciou na produtividade de colmos, enquanto em cana soca (1<sup>a</sup> soca), houve diferença nos incrementos da produção de colmos.

Já Silva et al. (2014) reportaram, em estudo com cinco doses de vinhaça (0, 100, 200, 400 e 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), aplicadas em cana soca da variedade RB-855536, que a aplicação de

vinhaça na cultura da cana-de-açúcar tem potencial de aumento da produtividade de colmos em torno de 10.5 t ha<sup>-1</sup> em solos arenosos. Os referidos autores também constataram que maiores incrementos da produção de colmos com a aplicação da vinhaça foram observados nos canaviais mais velhos e explicam que tal fato ocorre pelas maiores extrações de nutrientes nos cortes anteriores, ocasionando um empobrecimento do solo ao longo do tempo.

A variedade RB86 – 7515, nas condições edafoclimáticas da região, tende a ter um ciclo mais tardio e, conseqüentemente, no ato da colheita, no mês de agosto, possivelmente ainda não havia atingido seu pico de maturação. Já a variedade SP80 – 1816 apresenta recomendações de colheita a partir do mês de junho, tendo sido colhida em um período de maturação completa, permitindo a expressão completa do ATR. O açúcar total recuperável foi 5,93% superior na variedade SP80 -1816 em relação à variedade RB86 – 7515 (Tabela 5). Já Oliveira et al. (2012) verificaram em seus estudos maiores valores de ATR para a variedade RB85-5453 em comparação com a variedade SP 80 - 1816, tendo possibilidade de atingir teores superiores a 189,25 kg de ATR t<sup>-1</sup>.

Barbosa et al. (2013) também não verificaram influência da fertirrigação com vinhaça via irrigação por gotejamento subsuperficial sobre os valores de açúcar total recuperável, durante três ciclos de cana soca. Já Prado et al. (2017), ao avaliar a aplicação de quatro doses de vinhaça (0, 450, 600 e 750 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) utilizando a variedade de cana-de-açúcar RB85 – 5453, verificaram que um aumento das doses de vinhaça proporcionou um incremento do açúcar redutor total, o que é desejável para a indústria sucroalcooleira.

O açúcar total recuperável (ATR) é muito importante tanto para a indústria quanto para os produtores por ser o parâmetro para as unidades industriais determinarem o preço pago aos produtores (OLIVEIRA et al., 2012).

O teor de sólidos solúveis foi 9,41% superior na variedade SP80 - 1816 em relação à variedade RB86 – 7515, Tabela 5, com a maturação completa. Costa et al. (2011), ao avaliarem quatro variedades de cana-de-açúcar, RB92579, SP79-1011, RB931530 e RB93509, no quarto ciclo de cultivo, na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, também verificaram diferença significativa do teor de sólidos solúveis entre as variedades. No referido estudo, as variedades RB92579 e RB931530 apresentaram os mais altos valores.

De acordo com Pacheco (2012), os valores médios do teor de sólidos solúveis na cana-de-açúcar para fins industriais devem estar entre 18 e 25 °Brix. Assim sendo, verifica-se que a variedade RB86-7515 apresentou valor próximo ao ideal e a SP-1816 atende satisfatoriamente aos referidos padrões. Barbosa et al. (2013) também não verificaram diferença significativa do teor de sólidos solúveis na cana em função da utilização de vinhaça,

A Tabela 5 apresenta também os resultados de Pol do caldo, que foi 8,75% superior na variedade SP80 - 1816 em relação à variedade RB86 - 7515. Seguindo a mesma tendência, a variedade SP80 -1816 apresentou um acréscimo de 9,5% para teor de sacarose aparente em relação à variedade RB86 – 7515. Quanto mais sacarose, mais açúcar se tem, que nada mais é sacarose aparente. Maior açúcar concentrado

Macedo et al. (2013) também verificaram diferença significativa para estas duas variáveis ao comparar seis variedades de cana-de-açúcar (RB86-7515, RB83-5486, SP81-3250, SP80-1816, RB92579 e RB85-5536), sendo que para o Pol do caldo a variedade RB83-5486 foi superior em relação às demais e para o teor de sacarose aparente, as variedades RB83-5486, SP81-3250 e RB85-5536 foram superiores às demais.

A fibra foi 6,72% superior na variedade SP80 -1816 em relação à variedade RB86 – 7515 (Tabela 5). Silva et al. (2014b), estudando o potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades (IAC91-1099, IACSP96-3060, RB855536, RB867515 e SP85-1115) em dois ciclos de produção, verificaram diferença significativa para teor de fibra entre as variedades apenas no primeiro ciclo de produção. As médias dos teores de fibra observadas pelos referidos autores foram de 13,6 e de 12,8% no primeiro e segundo ciclos de avaliação, respectivamente, e as variedades que obtiveram maiores valores de fibra no primeiro ciclo foram as variedades IAC91-1099, IACSP96-3060 e SP83-2847.

Costa et al. (2011) também observaram diferença para esta variável ao avaliar quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de produção. Os referidos autores reportaram que as variedades SP79-1011 e RB93509 apresentaram resultados superiores em relação às variedades RB931530 e RB92579 e que os valores de fibra variaram de 13,89 a 15,34%.

Alguns autores apontam relação direta entre teores de fibra na cana-de-açúcar e aplicação de vinhaça, a exemplo de Oliveira et al. (2009), os quais verificaram que, à medida que se aumentou a dose de vinhaça, o teor de fibra diminuiu linearmente, indicando que, para cada 100 m<sup>3</sup> de vinhaça, espera-se uma retração média de 0,25% no teor de fibra.

De acordo com Ripoli e Ripoli (2004), a porcentagem da fibra na cana se reflete diretamente na eficiência da extração da moenda, sendo a eficiência de extração maior em materiais como menores teores de fibra. Contudo, os autores ressaltam que variedades de cana com baixos teores de fibra são mais susceptíveis a danos mecânicos ocasionados no corte e transporte, o que favorece a contaminação e as perdas na indústria. Quando a cana está com a fibra baixa, ela acama e se quebra com o vento, ocasionando perda de açúcar na água de lavagem. Segundo os autores, os valores ideais de fibra situam-se em torno de 11 a 13%.

Ocorreu diferença significativa para açúcares redutores totais, rendimento de litros de álcool e peso do bagaço úmido ( $p < 0.01$ ) entre as variedades, tendo a variedade SP80 -1816 mostrado superioridade para as referidas variáveis que apresentaram significância.

Para açúcares redutores e produtividade de colmos, não houve diferença significativa entre os fatores isolados e interativos (Tabela 6).

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para açúcares redutores totais (ART), açúcares redutores (AR), rendimento de etanol (RE) e peso do bagaço úmido (PBU) e pureza (PRZ) aos 277 dias após plantio de duas variedades de cana-de-açúcar (RB 86-7515 e SP 80-1816), no ciclo de cana planta, submetidas a três manejos de aplicação de vinhaça.

Fonte de Variação	Quadrados Médios					
	GL	ART	AR	RE	PBU	PRZ
Variedade (V)	1	8.83*	0.004ns	238.90*	566.77*	1.61 ns
BLOCO	3	0.67ns	0.004ns	26.87ns	22.35ns	4.38ns
Resíduo a	3	0.29	0.0007	11.45	50.79	6.05
Manejo (M)	2	1,17ns	0.003ns	34.40ns	13.17ns	0.78 ns
Interação V x M	2	0.31ns	0.0005ns	10.07ns	7.63ns	3.38 ns
Resíduo b	12	0.5	0.007	17.50	23.19	5.12
CV (a)		3.73	3.32	4.32	5.52	3.11
CV (b)		4.93	10.33	5.35	3.73	2.86
Médias						
VARIEDADES		%	%	L.t <sup>-1</sup>	Kg	%
RB86 – 7515		13.76b	0.81	75.10b	124.24b	78.79
SP80 -1816		14.98a	0.78	81.41a	133.96a	79.31
MANEJO DE APLICAÇÃO						
20 mm – 20 mm		13.94	0.82	76.08	130.04	78.36
40 mm – 0 mm		14.69	0.78	80.21	129.63	79.65
30 mm – 30 mm		14.47	0.79	78.46	127.64	79.14

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; GL grau de liberdade, CV coeficiente de variação; letras diferentes entre linhas mostram que houve diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O valor de açúcares redutores totais foi 8,14% maior na variedade SP80 - 1816 em relação à variedade RB86 – 7515, tendo sido, respectivamente, de 14,78 e 13,76% (Tabela 6). Parazzi et al. (2018), ao avaliarem cinco variedades de cana-de-açúcar (RB 975952, RB 966928, RB 855156 e RB 855453), constataram que as variedades SP813250 e RB855156 foram as únicas que diferiram entre si, uma vez que obtiveram valores extremos, isto é, o maior e o menor valor, respectivamente.

De acordo com Pacheco (2012), ART determinam a quantidade açúcares redutores totais presentes na amostra, obtidos pela hidrólise total da sacarose. E segundo a autora, de

acordo com os parâmetros de interesse industrial, os ART devem estar entre 15 e 24%. Ripoli e Ripoli (2004) também apontam que os valores de ART devem ser superiores a 15%. No presente estudo, os valores obtidos não atingiram os valores mínimos apontados por Pacheco (2012).

A produção de litros de álcool por tonelada de cana processada foi 8,40% superior na variedade SP80 -1816 em relação à variedade RB86 – 7515, tendo a produção média sido de 81,41 e 75,10 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 6). A CONAB aponta um rendimento médio de álcool etílico hidratado de 83,3 litros na Região Centro-Sul e de 80 litros na Região Norte-Nordeste (CONAB, 2013).

Assim sendo, os valores observados no presente trabalho mostram que a variedade RB86 – 7515 obteve desempenho inferior à média nacional, já a variedade SP80 – 1816 mostrou desempenho dentro da média observada na Região Norte-Nordeste. O peso do bagaço úmido foi 9,72% superior na variedade SP80 – 1816 em relação à variedade RB86 – 7515.

Pacheco (2012) apontam que a indústria adota valores entre 80 e 90% como ideais para a variável pureza. Contudo, podemos observar que no presente estudo os valores encontrados ficaram apenas próximos do valor mínimo tido como ótimo.

O fato de os tratamentos, parcelamento da aplicação das doses de vinhaça, não terem apresentado diferença significativa pode ser relacionado ao histórico da área experimental, cultivada há cerca de dez anos com cana-de-açúcar, tendo sido aplicada vinhaça neste período. Conseqüentemente, o solo da área apresenta níveis de potássio e matéria orgânica elevados, que podem mascarar/mitigar a análise do manejo da aplicação de diferentes doses de vinhaça.

## **2.4. CONCLUSÕES**

O manejo de aplicação de vinhaça influenciou apenas no DC e NF da cana-de-açúcar

A variedade SP80 – 1816 mostrou superioridade tanto para as variáveis biométricas AP, DC e NF quanto para as tecnológicas ATR, TSS, PC, POL, FIBRA, ART, PBU e RE.

A produtividade de colmos não foi influenciada pelos tratamentos avaliados, variedades ou forma de aplicação.

O rendimento de etanol foi superior para a variedade SP80 – 1816, não havendo diferença entre os manejos de aplicação de vinhaça.

O teor de açúcares totais recuperáveis foi maior na variedade SP80 – 1816, sendo que os manejos de aplicação de vinhaça não interferiram nesta variável.

O parcelamento da aplicação de vinhaça não mostrou viabilidade, visto não ter interferido na produtividade de açúcar e etanol.

O incremento da dose e seu parcelamento não proporcionaram aumento na produtividade de colmos e do ATR da cana-de-açúcar. Contudo, o uso da vinhaça na fertirrigação é uma alternativa viável para destinação correta desse resíduo, além de proporcionar a possibilidade de diminuição do uso de adubos químicos.

## 2.5. AGRADECIMENTOS

Em especial, à Usina CRV Industrial, pelo financiamento e apoio prestado em todas as etapas de condução do experimento.

Ao Instituto Federal Goiano Campus Ceres e a todos os professores do Programa de Pós- Graduação em Irrigação no Cerrado.

A Capes, pelo desenvolvimento do programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado (PPGIC).

## 2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, E. A. A. et al. Cana-de-açúcar fertirrigada com vinhaça via irrigação por gotejamento subsuperficial em três ciclos de cana soca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.6, p. 588–594, 2013.

BAFFA, D. C. F.; FREITAS, R. G.; BRASIL, R. P. C. O uso da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar. **Nucleus**, Edição Especial, 2009.

CAMPOS, P. F. et al. Variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no cerrado goiano. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.34, n. 6, p. 1139-1149, 2014.

CLIMATE-DATA.ORG. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/>> Acesso em: 28 dez. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **Perfil do setor do açúcar e do álcool no Brasil**. Brasília, v.5, p. 1-88, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **Acompanhamento de safra de Cana-de-açúcar**. Brasília, p. 1-77, dezembro 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>>. Acesso em: 08 jan. 2019.

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

DILLEWIJN, V. C. **Botany of sugarcane**. Waltham: The Chronica Botânica, 1952. 371 p.

FAGUNDES, E. A. A.; SILVA, T. J. A.; SILVA, E. M. B. Desenvolvimento inicial de variedades de cana-de-açúcar em latossolo submetidas a níveis de compactação do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 188–193, 2014.

FREITAS, R. G.; BAFFA, D. C. F.; BRASIL, R. R. P. C. Aumento na produtividade da cana-de-açúcar através da irrigação. **Revista Nucleus**, v. Ed especial, p. 15–29, 2009.

HOFFMANN, H. P. et al. Variedades rb de cana-de-açúcar. **Departamento de biotecnologia vegetal de melhoramento da cana-de-açúcar**, 1ed. Araras: CCA/UFSCar, 2008. 30 p.

LIMA, R. M. P. **Caracterização de variedades de cana-de-açúcar quanto à resistência e tolerância ao raquitismo da soqueira**. 2008. 56 f. Dissertação (Mestrado em Genética Vegetal: Área de Concentração em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Rio de Janeiro, 2008.

MACEDO, G. A. R. et al. Características produtivas e tecnológicas de variedades de cana-de-açúcar em sucessão a diferentes cultivos em pastagem degradada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.8, n.2, p.223-228, 2013.

MAGALHÃES, V. R. Influência de doses de vinhaça nas características agrônômicas de variedades de cana-de-açúcar, cana planta e atributos químicos do solo. Unimontes: Universidade Estadual de Montes Claros, 2010. 89 p. Dissertação.

MAIA JÚNIOR, S. O. et al. Caracterização morfológica e produtiva e suas correlações em cultivares de cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 16, n. 1, p. 31-42, 2018.

MARQUES, T. A.; SILVA, W. H. Crescimento vegetativo e maturação em três cultivares de cana-de-açúcar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 8, n 1, p. 54-60, 2008.

MARQUES, T. A.; GODINHO, A. M. M.; ALMEIDA, R. A. M. Atributos morfológicos de seis cultivares de cana-de-açúcar no pleno desenvolvimento vegetativo. **Revista Colloquium Agrariae**, v. 1, n. 2, p. 16-22, 2005.

OLIVEIRA, E. L. et al. Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada e não irrigada. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1398-1403, 2009.

OLIVEIRA, E. C. A. D. et al. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p.951-960, 2010.

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

OLIVEIRA, A. R.; BRAGA, M. B.; SANTOS, B. L. S. Produção de biomassa de cana-de-açúcar no vale do São Francisco. **Revista Energia na agricultura**, v. 29, n. 1, p. 27, 2015.

PACHECO, T. F. Tecnologia industrial. In: MAY, A. et al. . **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

PARAZZI, C. et al. Estudo da qualidade físico-química, tecnológica e sensorial de caldos de cana-de-açúcar para consumo. **Revista Ciência e Tecnologia e Ambiente**, vol. 8, n°. 1, 3-10, 2018.

PRADO, E. A. F. et al. Características tecnológicas da cana-de-açúcar sob aplicação de doses de vinhaça em Latossolo Vermelho distroférico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, 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**. Piracicaba: Barros & Marques Ed. Eletrônica, 2004. 302 p.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, A. P. M.; BONO, J. A. M.; PEREIRA, F. A. R. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: efeito no solo e na produtividade de colmos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 38–43, 2014.

SILVA, M. A. et al. 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, 2014. b

SIMÕES, W. L.; GUIMARÃES, M. J M.; OLIVEIRA, A. R. **Estimativa da área foliar de variedades de cana-de-açúcar no Submédio do Vale do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017. 18 p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 131.

TASSO JÚNIOR, L. C. et al. Produtividade e Qualidade de Cana-de-açúcar cultivada em solo tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. **Revista Engenharia Agrícola**, v.27, p.276-283, 2007.

TEIXEIRA, P. C. et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574. p.

ZACURA FILHO, G.; PICCIRILLI, J. P. **O processo de fabricação do açúcar e do álcool - desde a lavoura da cana até o produto acabado**. 1 ed. São Paulo: Editora Viena, 2012. 272 p.