

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - *CAMPUS* RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA

**PRODUTIVIDADE DE VARIEDADES PRECOSES DE
CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS A DIFERENTES
REGIMES HÍDRICOS NO CERRADO**

Autor: Marcelo Augusto Pedrozo
Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira

Rio Verde - GO
Fevereiro - 2014

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - *CAMPUS* RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA

**PRODUTIVIDADE DE VARIEDADES PRECOSES DE
CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS A DIFERENTES
REGIMES HÍDRICOS NO CERRADO**

Autor: Marcelo Augusto Pedrozo
Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Coorientador: Dr. Vinicius Bof Bufon
Coorientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares

Dissertação apresentada como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS – AGRONOMIA, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde – Área de concentração: Produção Vegetal Sustentável no Cerrado.

Rio Verde - GO
Fevereiro - 2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
Elaborada por Izaure Ferreira Neta - Bibliotecária CRB1-2771

P418p Pedrozo, Marcelo Augusto.

Produtividade de variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes regimes hídricos no cerrado / Marcelo Augusto Pedrozo - 2014.
65f. : il., figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, 2014.

Biografia.

Inclui índice de tabelas e figuras.

1. Saccharum spp. 2. Aspersão. 3. Qualidade Tecnológica. I. Título. II. Autor. III. Orientador.

CDU: 633.61:636.85

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – *CAMPUS* RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-AGRONOMIA

**PRODUTIVIDADE DE VARIEDADES PRECOCES DE CANA-DE-
AÇÚCAR SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS
NO CERRADO**

Autor: Marcelo Augusto Pedrozo
Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Coorientador: Dr. Vinicius Bof Bufon
Coorientador: Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de Concentração em
Produção Vegetal Sustentável no Cerrado.

APROVADA em _____ de _____ de 2014.

Dr. Vinicius Bof Bufon
Avaliador externo

Dr. José Joaquim de Carvalho
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Frederico A. Loureiro Soares
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Presidente da banca
IF Goiano/RV

DEDICATÓRIA

À minha esposa Elinéia,

Ao meu pai Augusto Pedrozo,

À minha mãe Maria de Lourdes Prada,

À minha enteada Bruna,

Às minhas sobrinhas Gabriela, Yasmin, Bárbara, Anna Beatriz, Dudu e Manuela,

Aos meus irmãos Helder, Anilson e Elson,

À minha madraستا Elza e minha madrinha Marisa,

Ao meu eterno amigo Reinaldo Arimori.

DEDICO

A toda minha família,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, e a minha família, pelo incentivo e motivação em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias-Agronomia (PPGCA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde, pela oportunidade de realização do Mestrado.

À Usina Jalles Machado S/A e a todos os seus funcionários e também ao M.Sc Engenheiro Agrônomo Rogério Augusto Bremm Soares, um dos incentivadores deste trabalho que disponibilizou toda a estrutura para sua realização.

À Irrigabrazil Indústria e Comércio de Máquinas LTDA, em especial, aos diretores Ângelo Tadeu Piassetta e Carlos Timmermann Junior, pela doação do conjunto de irrigação e da barra irrigadora para cana-de-açúcar. Também agradeço o apoio, a flexibilidade, a paciência e a compreensão durante o período de estudos.

À EMBRAPA Cerrados e a todos os funcionários, que se dedicaram na obtenção dos resultados de forma incondicional.

Ao Orientador, Professor Dr. Marconi Batista Teixeira, pela amizade, incentivo, compreensão, paciência, confiança e contribuições científicas.

Ao Coorientador, Dr. Vinicius Bof Bufon, pela amizade, confiança, motivação e importantes contribuições.

Ao Coorientador, Professor Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares, pela amizade, motivação e contribuições valiosas para este trabalho.

Aos professores do PPGCAA, pelos conhecimentos transmitidos e amizades.

Aos pós-graduandos, com quem estive durante todo este período, pelas amizades e trocas de experiências.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Instituto Federal Goiano – *Campus* Rio Verde, possui graduação em Engenharia Agrícola - FIES / Fiaciagren (2003). Tem experiência na área engenharia de irrigação, projetos e comercialização de equipamentos de irrigação, atendimento ao cliente, pós-vendas, participação em feiras e eventos nacionais e internacionais, palestras sobre irrigação, desenvolvimento e realização de treinamento sobre operação e manutenção de equipamentos de irrigação. Atualmente é gerente comercial da empresa Central Irrigação LTDA, no Estado da Bahia.

Na empresa Irrigabrazil Indústria e Comércio de Máquinas LTDA, atuou por 11 anos nas áreas técnica/pós-vendas/comercial em Goiás e Norte. Foi representante da empresa no projeto Cana-de-açúcar Pede Água, programa Mais Alimentos, MDA e Abimaq.

Durante estágio na Emater/PR no ano de 2003, participou de feiras regionais, atendimento ao cliente e realizou plantas baixas para agroindústria animal e vegetal, além do acompanhamento e desenvolvimento de projetos relacionados com agroindústria. Entre os anos de 1998 e 2002 trabalhou na empresa J. Malucelli Construtora de Obras LTDA.

| | Página |
|--|--------------------|
| ÍNDICE DE TABELAS..... | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | x |
| LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES..... | xi |
| RESUMO..... | 1 |
| ... | 2 |
| ABSTRACT..... | 1 |
| ... | 3 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| ... | 4 |
| 2 OBJETIVOS..... | 1 |
| ... | 7 |
| 2.1 Objetivo Geral..... | 1 7 |
| 2.2 Objetivos Específicos..... | 1 7 |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA | 1 |
| 3.1 A Cultura da Cana-de-açúcar..... | 8 1 |
| 3.1.1 Variedades de Cana-de-açúcar..... | 1 9 |
| 3.1.2 A Qualidade Industrial da Cana-de-açúcar..... | 2 0 |
| 3.1.3 O Consumo de Água na Cana-de-açúcar..... | 2 3 |
| 3.1.4 A Deficiência Hídrica na Cana-de-açúcar..... | 2 5 |
| 3.2 Irrigação..... | 2 6 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS..... | E 2 9 |
| 4.1 Caracterização da Área..... | 2 9 |
| 4.2 Delineamento Experimental..... | 3 0 |

| | | |
|------|-----------------------------|------------|
| 4.3 | Preparo do Solo, Correção e | 3 |
| | Adubação..... | 0 |
| 4.4 | | 3 |
| | Plantio..... | 2 |
| 4.5 | | 3 |
| | Culturais..... | 3 |
| 4.6 | Sistema de | 3 |
| | Irrigação..... | 3 |
| 4.7 | | 3 |
| | Hidráulica..... | 4 |
| 4.8 | Manejo da | 3 |
| | irrigação..... | 5 |
| 4.9 | | 3 |
| | Biométricas..... | 6 |
| 4.10 | | 3 |
| | Colheita..... | 7 |
| 4.11 | Análise da | 3 |
| | Industrial..... | 8 |
| 4.12 | | 3 |
| | Estatística..... | 8 |
| 5 | RESULTADOS | E 3 |
| | DISCUSSÃO | 9 |
| 5.1 | | 3 |
| | Biométricas..... | 9 |
| 5.2 | | 4 |
| | Produtivas..... | 9 |
| 6 | CONCLUSÕES | 5 |
| | ... | 6 |
| 7 | REFERÊNCIAS | 5 |
| | BIBLIOGRÁFICAS | 8 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | | Página |
|-----------------|--|--------|
| Tabela 1 | Aplicação de lâminas diferenciadas ao longo da barra irrigadora..... | 34 |
| Tabela 2 | Resumo da análise de variância para comprimento de colmo de diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de regime hídrico nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, aos 108, 191 e 352 dias após o plantio (DAP), Goianésia, GO, safra 2012/2013..... | 40 |
| Tabela 3 | Resumo da análise de variância para diâmetro de colmo de diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de regime hídrico nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, aos 108, 191 e 352 dias após o plantio (DAP), Goianésia, GO, safra 2012/2013..... | 43 |
| Tabela 4 | Resumo da análise de variância para o número perfilhos-colmos de diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de regime hídrico nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, aos 108, 191 e 352 dias após o plantio (DAP), Goianésia, GO, safra 2012/2013..... | 46 |
| Tabela 5 | Desdobramento da interação entre regime hídrico versus variedade de cana-de-açúcar para o número perfilhos-colmos, aos 129 e 191 dias após o plantio (DAP), submetidas a duas diferentes lâminas de regime hídrico (0 e 125%), Goianésia, GO, safra 2012/2013..... | 49 |
| Tabela 6 | Resumo da análise de variância para tonelada de colmo por hectare (TCH), açúcar total recuperável (ATR) e tonelada de açúcar por hectare (TAH), considerando diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de regime hídrico, Goianésia, GO, safra 2012/2013..... | 50 |
| Tabela 7 | Desdobramento das variedades de cana-de-açúcar dentro de cada regime hídrico para toneladas de colmo por hectare (TCH), Goianésia, GO, safra 2012/2013..... | 52 |
| Tabela 8 | Desdobramento de variedades de cana-de-açúcar dentro de cada regime hídrico para tonelada de açúcar por hectare (TAH), Goianésia, GO, safra 2012/2013..... | 55 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | Página |
|------------------|--|--------|
| Figura 1 | Localização do experimento..... | 29 |
| Figura 2 | Croqui da área experimental | 31 |
| Figura 3 | Carretel Turbomaq modelo 140/GSV/350-4RII utilizado no experimento..... | 34 |
| Figura 4 | Lado esquerdo e direito da barra irrigadora..... | 35 |
| Figura 5 | Balanço hídrico em cana precoce, na safra 2012/2013..... | 36 |
| Figura 6 | Colheita das parcelas a cada linha de cana-de-açúcar..... | 37 |
| Figura 7 | Coleta das amostras da parcela experimental..... | 38 |
| Figura 8 | Comprimento de colmo de diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de regime hídrico nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, aos 108 (CC1), 191 (CC2) e 352 (CC3) dias após o plantio, Goianésia, GO, safra 2012/2013. ** Significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F..... | 42 |
| Figura 9 | Diâmetro do colmo de diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de regime hídrico nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, aos 108 (CC1), 191 (CC2) e 352 (CC3) dias após o plantio, Goianésia, GO, safra 2012/2013. ** Significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F..... | 45 |
| Figura 10 | Desdobramento do regime hídrico dentro de cada variedade de cana-de-açúcar para tonelada de colmo por hectare (TCH), Goianésia, GO, safra 2012/2013. ** Significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F..... | 51 |
| Figura 11 | Desdobramento do regime hídrico dentro de cada variedade de cana-de-açúcar para toneladas de açúcar por hectare (TAH), Goianésia, GO, safra 2012/2013. * e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Desdobramento do regime hídrico dentro de cada variedade para TAH..... | 54 |

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

| | |
|----------------------|--|
| ART..... | Açúcares redutores totais |
| ATR..... | Açúcares totais recuperáveis (t ha ⁻¹) |
| cm..... | centímetro |
| DAP..... | Dias após o plantio |
| ha..... | hectare |
| m..... | metro |
| m ² | metro quadrado |
| mm..... | milímetro |
| PEMD..... | Polietileno de média densidade |
| PN | Pressão de serviço (kgf cm ⁻²) |
| t..... | tonelada |
| TCH..... | Tonelada de colmo por hectare |
| UTA..... | Uso total de água (mm ⁻¹) |
| Pol..... | Pol da cana |
| CC..... | Comprimento do colmo (cm) |
| RH..... | Regime hídrico (%) |
| V..... | Variedades |
| DC..... | Diâmetro do colmo (cm) |
| NP..... | Número de perfilhos-colmos |
| TAH..... | Tonelada de açúcar por hectare (t ha ⁻¹) |

RESUMO

PEDROZO, Marcelo Augusto. **Produtividade de variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes regimes hídricos no Cerrado**. 2014. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia) Instituto Federal Goiano – *Campus* Rio Verde – GO.

O cultivo da cana-de-açúcar se encontra em plena expansão no Brasil, abrangendo áreas consideradas marginais, em especial, no que diz respeito a fertilidade natural do solo e a disponibilidade hídrica. Assim, o plantio de variedades que se adaptem melhor as condições adversas de solo e clima e a incidência de pragas e doenças associado a adequada disponibilidade hídrica, é fundamental para obter elevada produtividade da cultura e garantir rentabilidade ao setor sucroalcooleiro. O objetivo deste estudo foi avaliar a produtividade de diferentes variedades de cana-de-açúcar com maturação precoce submetidas a cinco níveis de regime hídrico no Cerrado. O experimento foi conduzido na Usina Jalles Machado S/A Açúcar e Etanol, no município de Goianésia - GO, na safra 2012/2013. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo álico (LVa). O experimento foi conduzido com quatro variedades de cana-de-açúcar de maturação precoce (RB 96 6928, CTC 9, CTC 17 e CTC 18); e cinco regimes hídricos (125, 75, 50, 25 e 0%) da irrigação requerida. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Foram avaliadas 80 parcelas experimentais constituídas de oito linhas de cana-de-açúcar com espaçamento de 1,50 m entre as linhas de plantio e 12 metros de comprimento, totalizando 144 m² por parcela. Durante as fases de desenvolvimento da cultura, foram avaliadas as variáveis biométricas: comprimento de colmo, diâmetro de colmo e número de perfilhos-colmos. Na ocasião da colheita, foram avaliadas a produtividade em tonelada de colmo por hectare (TCH), tonelada de açúcar por hectare (TAH) e açúcar total recuperável (ATR). As variedades CTC 9 e RB 96 6928 apresentaram comportamento similar em relação ao número de perfilhos aos 129 e 191 dias após o plantio (DAP). A variedade RB 96 6928 apresentou maior perfilhamento quando irrigada, independentemente do regime hídrico. A variedade RB 96 6928 mostrou um TAH 11% maior do que o da variedade CTC 9.

Palavras-chave: *Saccharum* spp., aspersão, produtividades, Latossolo, qualidade tecnológica.

ABSTRACT

PEDROZO, Marcelo Augusto. **Productivity of early varieties of cane sugar under different water regimes in the Cerrado**. 2014. 64p. Dissertation (Master in agricultural science- Agronomy) Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO.

The cultivation of sugarcane is booming in Brazil, covering areas considered marginal, especially with regard to natural soil fertility and water availability. Thus, planting varieties that are better adapted to the harsh conditions of soil and climate and the incidence of pests and diseases associated with adequate water availability is essential for high crop productivity and ensure profitability to the sugarcane sector. The objective of this study was to evaluate the productivity of different varieties of sugarcane sugar with early maturation subjected to five rates of water regime in the Cerrado. The experiment was carried out at Plant Jalles Machado S/A Sugar and Alcohol, in the municipality of Goianésia - GO, harvest 2012/2013. The experimental area is classified as Oxisol Alic. The experiment was carried out with four varieties of sugarcane early maturing (RB 96 6928, CTC 9, CTC 17 and CTC 18), five blades hydrological regime (125, 75, 50, 25 and 0 %) of irrigation required. The experimental design was randomized blocks, analyzed in split plot design, with four replications. 80 experimental plots consisted of eight rows of sugarcane with a spacing of 1.50 m between tree rows and 12 feet long were assessed, totaling 144 m² per plot. During the development stages of culture biometric variables were assessed: stem length, stem diameter and number of tillers: At harvest, was evaluated the productivity in thatched ton per hectare (TCH), ton of sugar per hectare (TSH) and total recoverable sugar (TRS). The CTC 9 and RB96 6928 varieties showed similar behavior as the number of tillers at 129 and 191 DAP, and RB96 6928 96 variety showed a higher tillering when irrigated. RB96 6928 TAH variety showed TAH 11% higher than the range CTC 9.

Key-words: *Saccharum* spp., hydric regime sprinkler, productivity, Oxisol, technologic quality.

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, existe a preocupação da sociedade mundial em relação ao uso crescente de combustíveis produzidos a partir de fontes de origem fóssil. Vários países buscam reduzir o uso dessas fontes de energia, quer seja pela completa substituição ou pela mistura com combustíveis de fontes renováveis, como o etanol (ONU, 2013). A utilização dos biocombustíveis é uma alternativa para mitigar o aquecimento global e, dentre esses, o etanol tem destaque especial, porque pode ser produzido a partir de diversas matérias primas, como o milho, a beterraba, a cana-de-açúcar e a celulose (CINTRA et al., 2008). Dos cultivos mundialmente usados para a produção de etanol, a cana-de-açúcar produzida no Brasil tem destaque no cenário internacional, por sua elevada eficiência fotossintética e produtividade nos ambientes tropical e subtropical, o que lhe garante superioridade de balanço energético, por exemplo, com o etanol produzido a partir de milho (CINTRA et al., 2008). O etanol brasileiro produzido a partir da cana foi reconhecido em fevereiro de 2010 pela EPA (Environmental Protection Agency), a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, como o biocombustível que permite a maior redução de emissões de gases causadores do aumento do efeito estufa (UNICA, 2014).

Essa grande demanda por bioenergia contribui para a expansão de áreas cultivadas com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), pelo potencial de produção competitivo, além de ser uma das principais culturas do Brasil. O fornecimento adequado de água durante o ciclo contribui para que a planta possa alcançar seu máximo potencial genético, atingindo sua maior produção de biomassa, etanol e açúcar.

A expansão da cana-de-açúcar para novas áreas exige o uso de variedades adaptadas e de tecnologias que permitem obter alta produtividade de maneira sustentável.

Algumas tecnologias já conhecidas têm sido utilizadas mais intensamente, a exemplo da irrigação. Outras são introduzidas e rapidamente encontram interesse junto ao setor, como o preparo reduzido do solo, a manutenção da palhada e o melhor gerenciamento das épocas de plantio e colheita. No entanto, a base da fertilidade do solo e da nutrição mineral de plantas nunca deve ser negligenciada. A utilização adequada das terras, respeitando a sua potencialidade, constitui fator primordial para a obtenção de rendimentos elevados, viabilidade econômica e, fundamentalmente, conservação dos recursos naturais. Todavia, as principais limitações ao cultivo da cana-de-açúcar estão relacionadas não apenas a fertilidade do solo, mas também a deficiência de água, determinada pela estação seca marcante, em especial na região de Cerrado, e as características físicas de alguns solos, como pouca profundidade efetiva, drenagem imperfeita, lenta permeabilidade, capacidade de água disponível (CAD) e textura.

O Brasil desponta como líder mundial nas exportações de açúcar, e na utilização da cana-de-açúcar como fonte de energia renovável, principalmente pela crescente participação dos veículos bicompostíveis na frota automotiva brasileira (COSTA, 2009). A produção mundial totaliza quase 1,5 bilhões de toneladas e está localizada predominantemente na faixa tropical do planeta, nos países em desenvolvimento da América Latina, África e do Sudeste Asiático (UNICA, 2010).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e seus derivados, açúcar e etanol, cuja biomassa contribui com 15,7% da composição da matriz energética brasileira (EPE, 2012). De acordo com a Conab (2012) no segundo levantamento da safra 2012/2013, a região Centro-Oeste apresentou crescimento significativo no cultivo de cana-de-açúcar, influenciado principalmente por Goiás, pelo plantio de 233.840 hectares com estimativa total de 8.527,8 mil hectares, distribuídos entre os estados produtores.

Vários fatores interferem na produção e maturação da cultura da cana-de-açúcar, sendo os principais a interação edafoclimática, o manejo da cultura e a variedade. Esses fatores que interferem na produção e qualidade da cana-de-açúcar, bem como de seus subprodutos, são constantemente estudados sob diferentes aspectos (OLIVEIRA et al., 2007).

Segundo Doorenbos & Kassam (1979), dependendo do clima, a quantidade de água que a cultura da cana-de-açúcar necessita varia de 1.500 a 2.500 mm por ano. Assim, de acordo com Dantas Neto et al. (2006) e Farias et al. (2008a) para a obtenção de produtividade elevada e alcance do potencial genético máximo da cultura, o uso da

tecnologia de irrigação é imprescindível, em regiões com baixas precipitações ou mesmo em regiões com regime irregular de distribuição de chuvas.

A disponibilidade de água no solo e a temperatura são fatores que afetam muito o crescimento da cultura. Segundo Inman-Bamber (2004), temperaturas elevadas proporcionam aumento na evapotranspiração em plantas bem supridas com água, mas, em plantas sob estresse hídrico, causam redução na área foliar e no crescimento dos perfilhos, além de estimular a senescência de folhas. Segundo Inman-Bamber & Smith (2005), a água é considerada fator limitante à produção da cana-de-açúcar, pois, à medida que sua disponibilidade aumenta, a cultura expressa seu potencial produtivo com diferentes respostas entre as variedades.

A combinação da irrigação com variedades edafoclimaticamente adaptadas proporciona incrementos na qualidade do caldo e na produção de colmos e de açúcar (CARVALHO et al., 2009); a irrigação eleva a produtividade média em 20% no ciclo da (cana-de-açúcar-soca) (GAVA et al., 2011). Entretanto, grande parte dos canaviais irrigados está sendo conduzido em áreas inadequadas, de baixa fertilidade, com uso de variedades não responsivas à irrigação, limitando o crescimento vertical da cultura e eleva o custo dessa tecnologia. (OLIVEIRA et al., 2011).

A disponibilidade de água para a cana-de-açúcar é o principal fator climático causador de variabilidade da produtividade. Entretanto, pelas variações locais de clima e de variedades, é difícil estabelecer uma relação entre produção e consumo de água pela cana-de-açúcar (GOUVÊA, 2008). A adoção da irrigação no cultivo da cana-de-açúcar proporciona melhorias no ambiente de produção (CARR & KNOX, 2011), resultando em aumentos na produção de colmos e de açúcar (SOARES et al., 2004; DALRI & CRUZ, 2008).

Neste contexto, estabeleceu-se a hipótese de que o regime hídrico influencia no desempenho agrônômico (comprimento de colmo, diâmetro de colmo e número de perfilhos-colmos), na produtividade de colmo (TCH) e de açúcar (TAH) e na quantidade de açúcar total recuperável (ATR) de variedades precoces de cana-de-açúcar no Cerrado.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a produtividade de variedades de cana-de-açúcar com maturação precoce, submetidas a cinco regimes hídricos em Latossolo Vermelho-Amarelo álico de Cerrado.

2.2 Objetivos Específicos

Identificar o melhor regime hídrico que propicie a maior produtividade de tonelada de cana por hectare (TCH) para cada uma das quatro variedades precoces de cana-de-açúcar precoce.

Identificar o melhor regime hídrico que propicie a maior produtividade de tonelada de açúcar por hectare (TAH) para cada uma das quatro variedades precoces de cana-de-açúcar precoce.

Identificar o melhor regime hídrico que propicie a maior produtividade de açúcar total recuperável (ATR) para cada uma das quatro variedades precoces de cana-de-açúcar precoce.

Avaliar o comprimento de colmos, o diâmetro de colmos e o número de perfilhos das quatro variedades precoces de cana-de-açúcar, em diferentes regimes hídricos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A Cultura da Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta pertencente à família Poaceae, gênero *Saccharum*. Há pelo menos seis espécies do gênero, sendo a cana-de-açúcar cultivada um híbrido multiespecífico, que recebe a designação *Saccharum* spp. As espécies de cana-de-açúcar são provenientes do sudeste asiático. A planta é a principal matéria-prima para a fabricação do açúcar e álcool (etanol) (MAGRO, 2011).

As principais características morfológicas deste gênero são: crescimento do caule em colmos, folhas que possuem lâminas de sílica nas suas bordas e bainhas abertas. O hábito de crescimento da cana-de-açúcar pode variar de ereto, semidecumbente a decumbente, de acordo com a característica da variedade. Esta cultura apresenta sistema fotossintético C4, que segundo Taiz & Zeiger (2009), em maiores temperaturas (30 a 40 °C), possuem alto desempenho do metabolismo de fotossíntese. Vale destacar que este desempenho é afetado por outros fatores do clima, pelos parâmetros físico-químicos dos solos, manejo e práticas culturais e, de maneira fundamental, pela disponibilidade de água no solo (MASCHIO, 2011).

A cana-de-açúcar é uma planta semitropical perene, que sofre, portanto, as influências do clima em todo o curso do ano, ao contrário das culturas anuais, que sofrem influências em períodos limitados. Os parâmetros climáticos mais atuantes na produtividade de cana-de-açúcar na região Centro-Sul são: temperatura média anual; deficiência hídrica anual; evapotranspiração anual (CINTRA et al., 2008).

O ciclo evolutivo da cultura pode ser de 12 meses, conhecida como cana de ano, e de 18 meses (cana de ano e meio) em cana-de-açúcar-planta. Após o primeiro corte, o ciclo passa a ser de 12 meses, e também passa a ser denominada de cana-soca

(BARBOSA, 2010). Porém, existem diversas variedades com ciclo de maturação precoce, que permitem maior flexibilidade no planejamento do plantio e da colheita.

A análise de crescimento da cana-de-açúcar tem permitido identificar as fases de desenvolvimento da cultura nos diferentes ambientes de cultivo, proporcionando sua condução, de forma que o máximo desenvolvimento coincida com os períodos de maior disponibilidade hídrica e radiação solar, levando a cultura a expressar todo o seu potencial genético, além de permitir manejar diferentes formas de adubação e tratos culturais (ROBERTSON et al., 1996; INMAN-BAMBER et al., 2002).

A maturação da planta de cana-de-açúcar envolve um sistema metabólico complexo, iniciado com a atividade fotossintética nos cloroplastos das células das folhas, que culmina com o acúmulo de carboidratos fotossintetizados nos colmos, principalmente a sacarose. A primeira fase, a síntese de açúcares e sua translocação, terminam na ocasião em que ocorre queda da folha; a segunda fase envolve todos os processos relacionados com o acúmulo de açúcares nos entrenós expandidos. A maturação é a última fase dos processos fisiológicos da planta, que depende também fatores varietais, culturais e ecológicos que influenciam o primeiro período de vida das plantas. A capacidade de acúmulo dos compostos de carbono produzidos nas folhas é definida geneticamente, sendo importante parâmetro discriminatório do potencial produtivo dos diferentes cultivares.

A cana-de-açúcar é uma planta que se adapta bem a ampla variação de condições climáticas. Seu potencial produtivo, no entanto, é afetado também por outros fatores além dos climáticos, como os fatores da planta, especialmente suas variedades, e os fatores do solo (GOUVÊA, 2008).

3.1.1 As Variedades de Cana-de-açúcar

Nas últimas três décadas, foi marcante a contribuição do melhoramento genético para o crescimento sustentável do setor sucroalcooleiro, permitindo obter acréscimos de mais de 30% em produtividade agrícola e marcante evolução da qualidade da matéria-prima (ALONSO, 2009). A produtividade média dos canaviais brasileiros aumentou de 43 toneladas por hectare, em 1961, para 74 toneladas por hectare, em 2005, e grande parte desse aumento pode ser atribuída ao uso de variedades geneticamente melhoradas. A máxima produtividade em cana-de-açúcar depende, também, de um correto planejamento

de plantio e de adequado manejo das variedades, as quais devem atender às exigências tanto no campo como na indústria, para maximizar lucros (EMBRAPA, 2014).

A avaliação, identificação e indicação de genótipos promissores de cana-de-açúcar é de fundamental importância para o desenvolvimento da cultura. Uma das ferramentas para auxiliar essa etapa do melhoramento genético da cana-de-açúcar é o estudo da interação genótipo x ambiente (SILVA, 2008; CRUZ & CARNEIRO, 2003).

As características varietais definem o número de colmos por planta, a altura e diâmetro do colmo, o comprimento e largura das folhas e a arquitetura da parte aérea, cujas características influenciam a eficiência fotossintética. Diferentes variedades de cana-de-açúcar possuem diferentes sistemas radiculares, que também influencia a produtividade da cultura (GOUVÊA, 2008).

Atualmente, o Brasil conta com quatro programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar, disponibilizando as atuais e futuras variedades para cultivo, possibilitando os melhores manejos varietais aos produtores, sendo as seguintes: Canavialis (variedades CV); Centro de Tecnologia Canavieira (variedades CTC, sucessor da Copersucar - variedades SP); Instituto Agrônomo de Campinas (variedades IAC); e Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA (variedades RB) (BARBOSA, 2010).

Dos atuais programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar no Brasil, apenas um mencionam pesquisas com variedades que sejam responsivas ao uso de irrigação, principalmente quanto ao ganho de produção nas novas fronteiras canavieiras.

3.1.2 A Qualidade Industrial da Cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar pode ser considerada a principal fonte de matéria-prima para a fabricação de açúcar e etanol. Os colmos, parte da planta de maior importância econômica, podem ser divididos basicamente nos seguintes constituintes de interesse agrônomo: fibra (10 a 12%), composta por celulose, hemicelulose e lignina, e o caldo (82 a 90%), que apresenta 75 a 82 % de água e 18 a 25% de sólidos solúveis (estádio de maturação), sendo este o constituinte de maior importância na indústria sucroalcooleira. Destes sólidos solúveis, 1 a 2% são não açúcares (sais inorgânicos e orgânicos) e o restante açúcares, sendo 14 a 24% sacarose, 0,2 a 1,0% glicose e 0,0 a 0,5% frutose (MASCHIO, 2011).

Quando as plantas atingem a maturação, para algumas plantas é interessante que sofram estresse hídrico, e se reduz a taxa de crescimento vegetativo, desidratando a planta de cana-de-açúcar até certo nível, forçando a transformação de todos os açúcares em sacarose recuperável (rever a frase). Com a paralisação do crescimento vegetativo, aumenta também a relação entre a matéria seca armazenada como sacarose e a utilizada para novo crescimento (GOUVÊA, 2008).

A melhoria da qualidade da cana-de-açúcar pode ser obtida com o uso da irrigação (GOUVEIA NETO, 2012). A irrigação, além de aumentar a produtividade da cana-de-açúcar, promove melhorias nos índices de qualidade da matéria-prima (FARIAS et al., 2009).

No sistema Consecana, o valor da cana se baseia no chamado Açúcar Total Recuperável (ATR), que corresponde a quantidade de açúcar disponível na matéria-prima subtraída das perdas no processo industrial, e nos preços do açúcar e etanol vendidos pelas usinas nos mercados interno e externo (CONSECANA-DE-AÇÚCAR, 2006).

A indústria sucroalcooleira visa a recuperação máxima da sacarose da cana-de-açúcar ao menor custo possível. A qualidade da matéria-prima da cana-de-açúcar a ser processada é de fundamental importância para se conseguir atingir esse objetivo. A síntese e o acúmulo rápido de açúcares acontecem durante a fase de maturação. Por isso, o crescimento vegetativo é reduzido nesta fase. Conforme a maturação avança, açúcares simples (monossacarídeos, como frutose e glicose) são convertidos em sacarose (um dissacarídeo). A maturação da cana-de-açúcar procede de baixo para cima e, desse modo, a parte inferior contém mais açúcares do que a porção superior (LISSON et al., 2005; INMAN-BAMBER et al., 2009).

Além das necessidades de alta produção de cana-de-açúcar por hectare, há um interesse maior, que é a alta produção de sacarose. Para que isso ocorra, é preciso encontrar condições de temperatura e umidade adequadas para permitir o desenvolvimento da cultura na fase vegetativa, seguida de um período de certa restrição hídrica e térmica para forçar a maturação da cana-de-açúcar. A qualidade da cana-de-açúcar e a concentração total de açúcares (sacarose e açúcares redutores), recuperáveis no processo industrial, que é expressa em quilograma por tonelada de cana-de-açúcar (GOUVEIA NETO et al., 2012).

Atualmente, o ATR é amplamente utilizado na comercialização da cana-de-açúcar ao fornecedor, através do sistema de remuneração da tonelada de cana-de-açúcar pela

qualidade da matéria-prima fornecida (Sistema Consecana-de-açúcar). O brix pode ser determinado utilizando refratômetros portáteis ou de bancada, enquanto os demais parâmetros são calculados a partir da leitura sacarimétrica obtida por meio de sacarímetros digitais. A extração do caldo é feita por meio da utilização de prensas hidráulica (GONÇALVES, 2012).

Vários fatores podem interferir na qualidade final da matéria-prima. O rendimento e a produção de açúcar e de etanol da cana-de-açúcar 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 (DANTAS NETO et al., 2006).

Recentemente, em estudos desenvolvidos por Oliveira et al. (2011), no município de Carpina, PE, com 11 variedades de cana-de-açúcar em dois regimes hídricos (sequeiro e irrigado), a irrigação diminuiu o °Brix, a Pol, o PCC (percentagem de açúcar bruto) e a fibra. O ATR não foi modificado com a irrigação, mas o TAH (toneladas de açúcar por hectare) sofreu alteração, passando de 12,30 para 30,70 t ha⁻¹, incremento de 151%, isso ocorreu pelo aumento de produtividade, em que os autores obtiveram 80 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar em sequeiro, e 196 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar com irrigação plena, cuja cultura recebeu o total de água de 1.396,60 mm (irrigação + chuva). No ano em que foi realizada esta pesquisa, a precipitação ficou em torno de 1.141,40 mm; dentre as variedades estudadas pelos autores estava inclusa a RB 92579, variedade que produziu 90,10 e 255,60 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar, em sequeiro e irrigado, respectivamente. Também foram registrados aumentos na produção de açúcar com a irrigação, sendo esses valores da ordem de 13,60 e 42,60 t ha⁻¹ de açúcar, respectivamente, nos tratamentos sequeiro e irrigado; os autores indicam a RB 92579 para estudos de resposta à irrigação pela cana-de-açúcar.

Farias et al. (2009), em estudo realizado no Tabuleiro Costeiro Paraibano, analisaram o efeito de lâminas de água de irrigação na qualidade industrial da cana-de-açúcar, observando forte correlação entre as variáveis. Houve tendência de aumento dos sólidos solúveis totais (°Brix) para maiores valores de lâmina de água aplicada, assim como para Pol (%), pureza e ATR (açúcares totais recuperáveis).

3.1.3 O Consumo de Água na Cana-de-açúcar

A razão entre a evapotranspiração de cultura (ETc) e a evapotranspiração de referência (ETo) é denominada coeficiente de cultivo (Kc), utilizado para o processamento do balanço hídrico da cultura e para as estimativas das produtividades potencial e real com o método da Zona Agroecológica. Como a área foliar da cultura padrão é constante e a da cultura real varia, o valor do coeficiente de cultivo (Kc) também irá variar. A evapotranspiração real da cultura (ETr) é a evapotranspiração nas mesmas condições de contorno da evapotranspiração de cultura (ETc), porém com ou sem restrição hídrica. Portanto, a evapotranspiração real da cultura foi sempre menor ou igual à evapotranspiração de cultura (GOUVÊA, 2008). O autor cita ainda que por meio do balanço hídrico, é possível quantificar as entradas de água em um sistema dadas pela precipitação, irrigação, orvalho, escoamento superficial, drenagem lateral e ascensão capilar; e as saídas, dadas pela evapotranspiração, escoamento superficial, drenagem lateral e drenagem profunda. Essa estimativa nos permite identificar períodos de deficiência hídrica e a época de sua ocorrência.

Para Bernardo et al. (2008), o consumo diário de água pela cana-de-açúcar nas principais regiões produtoras do país, depende da variedade, do estágio de desenvolvimento da cultura, da demanda evapotranspirométrica em função do mês e da região, em geral, tem variado de 2,0 a 6,0 mm/dia.

Gouveia Neto (2012) ressalta outra variável de se estudar em pesquisas envolvendo irrigação das culturas, é a eficiência no uso da água (EUA), que, de acordo com Inman-Bamber & Smith (2005), para a cultura da cana-de-açúcar a EUA é definida como sendo a razão entre a produtividade da cultura, em kg ha^{-1} ou t ha^{-1} , pela quantidade total de água utilizada pela cultura, em m^3 ou mm.

A aplicação de água nas culturas deve ser manejada de forma racional, considerando os aspectos sociais e ecológicos da região, procurando maximizar a produtividade e a eficiência de uso de água e minimizar os custos, quer de mão-de-obra, quer de capital, de forma a tornar lucrativa a atividade. Deve-se fazer irrigação com o objetivo de aumentar o lucro e a produtividade, em quantidade e em qualidade (BERNARDO, 2007).

De acordo com Bernardo et al. (2008), define-se como função de produção a relação técnica entre um conjunto específico de fatores envolvidos num processo produtivo qualquer e a produtividade física possível de se obter com a tecnologia existente. Segundo Doorenbos & Kassam (1979), a produtividade de uma cultura é função

de complexos processos biológicos, fisiológicos, físicos e químicos, os quais são determinados pelas condições ambientais (clima, solo e água) e por fatores genéticos da própria cultura. Uma função de produção “água cultura” típica é quando se relaciona a lâmina de água aplicada durante o ciclo da cultura versus a produtividade comercial (BERNARDO, 2007). Um suprimento adequado de água é essencial para o crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar, com a demanda em torno de 1200 mm/ano (FARIAS, 2006).

Com o objetivo de aumentar a eficiência da irrigação no cultivo de cana-de-açúcar, Bernardo et al. (2008) afirma ser de extrema importância considerar, na fenologia, os estádios de desenvolvimento da cultura, assim divididos: a germinação e a emergência compreendem o primeiro mês; o perfilhamento e o estabelecimento da cultura que têm duração de dois a três meses; o crescimento em biomassa (formação da produção) se estende entre seis a sete meses, enquanto a maturação (acúmulo de sacarose) abrange apenas dois meses. Os dois primeiros estádios são os mais críticos ao déficit hídrico. No terceiro estádio (aumento de biomassa), as plantas respondem à lâmina aplicada, mas o déficit hídrico não causa tantos prejuízos à produtividade quanto nos dois primeiros; no quarto estádio (maturação) é desejável ocorrer déficit hídrico, com reflexos positivos sobre o rendimento de açúcar.

Vieira et al. (2012) com o objetivo de encontrar as equações que representem as relações entre lâmina de água (chuva e irrigação) e produtividades de colmos e de açúcares (por tonelada de colmos e por hectare); e determinar as lâminas de máxima produtividade física e de máximo rendimento econômico da cana-de-açúcar, conduziram experimentos em uma fazenda pertencente ao grupo Sada Bioenergia e Agricultura, no município de Jaíba - MG, latitude 15020'S e longitude 43040'W e 475 m de altitude na parte empresarial do Projeto Jaíba, e puderam concluir que, para as condições experimentais, a lâmina que proporcionou a maior produtividade de colmos de cana-de-açúcar foi de 1.854,4 mm, para a produtividade de 125,9 t ha⁻¹. A lâmina de maior rendimento econômico foi de 1.726,2 mm para a produtividade de 123,9 t ha⁻¹. A lâmina que proporcionou a maior produtividade de açúcares por tonelada de colmos foi de 1.617,7 mm para a produtividade de 141,3 kg t⁻¹. A lâmina que proporcionou a maior produtividade de açúcares por hectare foi de 1.740,5 mm para a produtividade de 17,25 t ha⁻¹.

Smit & Singels (2006) afirmam que mais pesquisas são necessárias para entender claramente os mecanismos de resposta da cultura ao estresse hídrico.

3.1.4 A Deficiência Hídrica na Cana-de-açúcar

O déficit hídrico na planta ocorre, na maioria das vezes, quando a taxa de transpiração é superior a de absorção de água, sendo comum durante o ciclo de diversas culturas agrícolas, inclusive em cana-de-açúcar. Assim, o conhecimento adequado de como os vegetais respondem a tal estresse abiótico é um dos pré-requisitos para escolher tanto a melhor variedade como as melhores práticas de manejo, visando, sobretudo, aperfeiçoar a exploração dos recursos naturais (SMIT & SINGELS, 2006).

As plantas são frequentemente submetidas a condições externas adversas, resultando em estresses que afetam de maneira desfavorável seu crescimento, desenvolvimento e/ou produtividade. Tais estresses podem ser bióticos (resultantes da ação de microrganismos) e abióticos (resultantes do excesso ou déficit de algum fator físico ou químico do meio ambiente), podendo ocorrer de forma isolada ou concomitante (GONÇALVES, 2008).

Nos primeiros meses, a quantidade de água necessária à cultura é relativamente pequena, porém, quando a planta se encontra em pleno estágio de desenvolvimento vegetativo, são exigidas grandes quantidades de água. Desta forma, a cana-de-açúcar necessita de 250 partes de água para formar uma parte de matéria seca durante todo o período de crescimento (LARCHER, 2004).

Taiz & Zeiger (2009) definem que o estresse é um fator externo que exerce influência deletéria sobre a planta, em condições naturais e agricultáveis. Os mecanismos de resistência à seca variam com o clima e com as condições de solo. A inibição da expansão foliar é uma das primeiras respostas ao estresse hídrico, que ocorre quando decréscimos na turgidez, resultantes do déficit hídrico, reduzem ou eliminam a força motora da expansão celular e foliar. Os mecanismos adicionais de resistência ao estresse hídrico incluem a abscisão foliar, expansão das raízes para zonas mais profundas e úmidas no solo e o fechamento estomático. Estas modificações morfofisiológicas provocam um impacto negativo sobre o seu crescimento e desenvolvimento, e conseqüentemente menor produção.

Inman-Bamber (2004) ressalta que o tempo de exposição à seca afeta negativamente o crescimento da parte aérea, sobretudo a produção de folhas, acelerando a senescência foliar e da planta como um todo, o que pode, ainda, levar a redução na interceptação da radiação solar, na eficiência do uso de água e na fotossíntese, bem como ao aumento da radiação transmitida para a superfície do solo. Nesses casos, a irrigação pode ser fundamental e economicamente viável, principalmente por meio do uso de métodos mais eficientes.

Cintra et al. (2008) citam que a cultura da cana-de-açúcar, para ser explorada economicamente com o objetivo de produção de sacarose, necessita de um mínimo de calor durante o ciclo vegetativo. Essa disponibilidade térmica, em termos de evapotranspiração potencial, segundo Camargo et al. (1999), corresponde a cerca de 850 mm anuais, que é considerado limite mínimo para as exigências térmicas anuais de cultura, que corresponde, aproximadamente, a isoterma de 19 °C. A uma temperatura média diária de 21°C, verifica-se elevada taxa de crescimento, enquanto temperaturas abaixo de determinados limites reduzem, substancialmente, o crescimento da cana-de-açúcar, sendo que este se torna insignificante para temperaturas médias diárias inferiores a 15,5°C. Em zonas sujeitas ao fenômeno da geada, devem ser evitados os terrenos baixos, de difícil circulação de ar.

3.2 Irrigação

As chuvas nem sempre fornecem a quantidade de água suficiente ou uma perfeita distribuição para a necessidade hídrica das culturas, tendo que fazer suplementação com irrigação, a qual deve ser bem planejada, para a obtenção do bom retorno econômico. A irrigação é uma prática que, quando bem planejada e associada, resulta em elevadas produtividades (AZEVEDO, 2002). No entanto, muitos produtores partem para a irrigação sem um planejamento adequado, sem considerar as necessidades hídricas, o manejo apropriado da água na cultura e sem conhecer as peculiaridades fisiológicas do crescimento da cana-de-açúcar irrigada (DANTAS NETO et al., 2006). Por isso, a irrigação no Brasil está demandando distribuir a água com mais eficiência, evitando desperdícios, além de estudos mais precisos sobre fatores fisiológicos, pedológicos e climáticos, determinando a quantidade correta de água a ser utilizada (MARCUIZZO, 2008).

A prática da irrigação com manejo correto, como em muitas situações, é a única maneira de garantir a produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, em que ocorre déficit hídrico para as plantas, por causa da taxa de evapotranspiração exceder, na maior parte do ano, a taxa de precipitação (HOLANDA & AMORIM, 1997).

A agricultura tem sido responsável por grande parcela da água utilizada, tornando necessária a implantação de sistemas de irrigação eficientes, além da utilização de métodos que quantifiquem as necessidades hídricas das culturas, para que não haja desperdício (MANTOVANI et al., 2009). O manejo adequado e estratégico da água pode ser feito utilizando o índice de eficiência de uso da água para o planejamento e a tomada de decisão da irrigação, aumentando a produtividade da cultura (KARATAS et al., 2009); conseqüentemente se tem buscado otimizar o manejo da irrigação das culturas, com vistas a aumentar a eficiência de uso da água (VIEIRA, 2012), em virtude da tendência de decréscimo de disponibilidade de água para a agricultura, ao aumento dos custos de energia elétrica e à implantação de tarifação do uso da água por parte dos comitês de bacias hidrográficas (LÓPEZ-MATA et al., 2010; TURCO et al., 2009).

Segundo Carr & Knox (2011), novas formas de se manejar a irrigação têm sido desenvolvidas e propostas, mas poucos resultados são aplicados; deste modo, o aprimoramento do manejo da irrigação e a melhoria do desempenho dos sistemas de irrigação são necessários para tornar a agricultura irrigada sustentável e logo aumentar a produtividade por unidade de água, uma vez que a disponibilidade de água para a irrigação pode tornar reduzida no futuro (SANTOS et al., 2010; SANTANA et al., 2008). No entanto, é necessário avaliar o efeito do fornecimento de menores quantidades de água na produtividade e no rendimento industrial da cana-de-açúcar, uma vez que a cultura passa a sofrer maior estresse hídrico, podendo provocar redução de seu desenvolvimento, principalmente nos dois primeiros estádios (Fases 1 e 2) (BERNARDO et al., 2008).

Sagoo et al. (2010) observaram que, tanto a falta de irrigação (depleção de 80%) como o excesso (depleção de 20%) foram prejudiciais à cultura da cana-de-açúcar, se comparados ao manejo com 40% de depleção. A decisão de irrigar se torna decisiva para obter altas produções, mas para que essa opção seja rentável o aumento de produção de colmos e de açúcar, em função da irrigação, deve compensar o investimento com o sistema de irrigação, com a energia que será utilizada e com o custo da água (dependendo da região) (BARROS et al., 2012).

Embora presente no Estado haja bastante tempo, a área cultivada com cana-de-açúcar em Goiás aumentou de forma expressiva nos últimos anos e a previsão é de que, devido ao aumento do consumo de etanol e a necessidade de aumento da produção para atender ao crescimento do mercado interno e suprir as exportações se mantenha o processo de incorporação de novas áreas. De acordo com a Conab (2012), de 2004 a 2010, o incremento da área ocupada com cana em Goiás foi de aproximadamente 335% (421,9 mil hectares). Em Goiás, o regime pluviométrico é caracterizado pela irregularidade na distribuição das chuvas, com um verão chuvoso (outubro a abril) e um inverno seco (maio a setembro). A necessidade, portanto, da irrigação suplementar da cana-de-açúcar é evidente, a fim de assegurar a brotação das soqueiras das canas cortadas principalmente nos meses de julho, agosto e setembro, bem como para cana plantada no período da seca, abril a setembro (CAMPOS et al., 2012). Estudos hidrológicos recentes indicam que o Brasil possui grande disponibilidade hídrica e explora apenas 10% do seu potencial de áreas aptas para o uso de irrigação, e boa parte delas se encontra em Goiás (ANA, 2009).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo faz parte de um projeto da Embrapa Cerrados, que é intitulado de “Sustentabilidade técnica, financeira e socioeconômica da produção de cana-de-açúcar irrigada no Cerrado”, que tem a área total experimental de 8,4 ha (297 x 283,5 m). Dentro deste projeto está sendo conduzido um experimento de longa duração para a avaliação das respostas agrônômicas de variedades de cana-de-açúcar precoces (RB 96-6928, CTC 9, CTC 17 e CTC 18) quando submetidas a diferentes regimes hídricos no Cerrado, cujo ciclo de cana-de-açúcar planta é foco desta dissertação.

4.1 Caracterização da Área

O experimento foi conduzido em área experimental, pertencente à Usina Jalles Machado S/A Açúcar e Etanol, no município de Goianésia, estado de Goiás (Figura 1), situado na região do Vale do São Patrício, nas coordenadas geográficas 15° 07' 52,70” S, 48° 53' 21,39” O, a 567 m de altitude.



Fonte: Google Earth

Figura 1. Localização do experimento.

A área do experimento é um solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo álico (LVa), fase cerrado, segundo Embrapa (2013). Este solo apresenta textura argilosa, relevo plano e coloração vermelha-amarelada. O clima da região é, segundo a classificação climática de Köppen, classificado como tropical de savana com inverno seco e verão chuvoso (Aw), com a média pluviométrica anual de 1.540 mm, com período de déficit hídrico bem definido entre maio e outubro. A capacidade de campo foi de 18%, o ponto de murcha permanente de 10%, com densidade de 1,4 g/cm³.

4.2 Delineamento Experimental

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Foram avaliadas quatro variedades de cana-de-açúcar com maturação precoce, perfazendo 80 parcelas experimentais (cinco tratamentos x quatro variedades x quatro repetições), constituídas de oito linhas de cana-de-açúcar com espaçamento de 1,50 m entre as linhas de plantio e 12 metros de comprimento, totalizando 144 m² a área de cada parcela. A área útil da parcela correspondeu as seis linhas centrais, com 12 m de comprimento (Figura 2).

O experimento foi conduzido com cinco lâminas de regime hídrico (L1, L2, L3, L4 e L5) correspondentes ao suprimento de 125, 75, 50, 25 e 0% da irrigação requerida, respectivamente.

4.3 Preparo do Solo, Correção e Adubação

O experimento foi implantado em uma área em que já era cultivada a cultura da cana-de-açúcar. Os tratos culturais realizados na área experimental, como o preparo de solo, controle de pragas e doenças, seguiram as mesmas práticas agrícolas adotadas pela Usina Jalles Machado S/A em suas áreas de produção comercial. No preparo de solo durante o período de reforma, a área experimental recebeu uma subsolagem e plantio de soja, e após a colheita desta cultura, foram realizadas três gradagens para a incorporação dos corretivos de solo, calcário e gesso, para quebra dos torrões, e para nivelção do terreno.

| Bordadura (25 m) | Lâmina 0% | Lâmina 25% | Lâmina 125% | Carreador barra irrigadora | Lâmina 75% | Lâmina 50% |
|---------------------|-----------|------------|-------------|----------------------------|------------|------------|
| | | RB96 6928 | CTC 18 | | CTC 9 | |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | RB96 6928 | CTC 18 | CTC 9 | | CTC 17 | CTC 9 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | CTC 9 | CTC 17 | RB96 6928 | | CTC 18 | RB96 6928 |

| | | | | | | |
|---------------------|------------|-----------|-----------|-------|-----------|------------|
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | CTC 17 | RB96 6928 | CTC 18 | | CTC 9 | CTC 17 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | CTC 18 | CTC 9 | CTC 17 | | RB96 6928 | CTC 18 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | CTC 9 | RB96 6928 | CTC 17 | | CTC 18 | RB 96 6928 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | RB 96 6928 | CTC 9 | CTC 18 | | CTC 17 | CTC 9 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | CTC 18 | CTC 17 | CTC 9 | | RB96 6928 | CTC 18 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | CTC 17 | CTC 18 | RB96 6928 | | CTC 9 | CTC 17 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | CTC 18 | CTC 17 | RB96 6928 | | CTC 9 | CTC 17 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | CTC 17 | CTC 18 | CTC 9 | | RB96 6928 | CTC 18 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | RB96 6928 | CTC 9 | CTC 17 | | CTC 18 | CTC 9 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | CTC 9 | RB96 6928 | CTC 18 | | CTC 17 | RB96 6928 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | CTC 17 | CTC 9 | CTC 18 | | RB96 6928 | CTC 18 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | CTC 18 | RB96 6928 | CTC 17 | | CTC 9 | CTC 17 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | CTC 9 | CTC 18 | RB96 6928 | | CTC 17 | RB96 6928 |
| 3 m | | | | | | |
| 12 m | RB96 6928 | CTC 17 | CTC 9 | | CTC 18 | CTC 9 |
| 3 m | | | | | | |
| Bordadura (25 m) | RB96 6928 | CTC 17 | CTC 9 | | CTC 18 | CTC 9 |
| | 8 linhas | 8 linhas | 8 linhas | 4,5 m | 8 linhas | 8 linhas |

Figura 2. Croqui da área experimental.

Foram aplicados efetivamente $1,0 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário dolomítico, em correção de área total, pois o solo já estava parcialmente corrigido; e $3,7 \text{ t ha}^{-1}$ de gesso em correção de área total. Antes da implantação do experimento, foram coletadas amostras de solo deformadas para análise química e textural, e amostras de solo não deformadas para confecção da curva de retenção de água no solo. Os resultados das análises químicas do

solo foram considerados referências para as recomendações de correção de solo e de adubação. As recomendações de dosagem de adubação foram calculadas a partir de parâmetros acordados entre especialistas e consultores em fertilidade do solo no Cerrado, visando dar suporte a produtividade de até 250 toneladas por hectare, e na atual literatura não é encontrado recomendações de adubação para cana-de-açúcar com alta expectativa de produtividade.

A variabilidade na fertilidade do solo existente na área do experimento foi levada em conta e também a variabilidade lateral durante a aplicação no sentido da distribuição dos insumos, que não coincidiu com o arranjo dos blocos no desenho experimental. Portanto, os nutrientes foram recomendados acima do necessário para um talhão comercial, ou seja, como utilizado nas áreas comerciais de produção da usina.

Na área experimental, foram efetivamente aplicados 234 kg ha⁻¹ de N em correção de área total, sulco de plantio e três aplicações de cobertura; 527 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em correção de área total e no sulco de plantio; 444 kg ha⁻¹ de K₂O em correção de área total, sulco de plantio e duas aplicações de cobertura, 4,9 kg ha⁻¹ de Cu no sulco de plantio; 4,9 kg ha⁻¹ de Mn no sulco de plantio, 8,2 kg ha⁻¹ de Zn no sulco de plantio, 4,0 kg ha⁻¹ de B no sulco de plantio, em cobertura e uma aplicação foliar, e 0,15 kg ha⁻¹ de Mo em aplicação foliar.

4.4 Plantio

Todas as variedades de cana-de-açúcar do experimento foram plantadas entre os dias 24 e 27/05/2012. Antes da abertura dos sulcos de plantio, toda a área recebeu irrigação de pré-plantio, com lâmina de 60 mm, para facilitar a abertura dos sulcos e garantir certa umidade para a brotação.

A abertura dos sulcos foi realizada com o auxílio do sulcador de duas linhas acoplado em um trator com sistema de balizador eletrônico georreferenciado, e logo após esta operação foi realizado o plantio manual da cana-de-açúcar, seguindo a experiência da usina. Após o plantio, o experimento recebeu, em área total, uma irrigação de salvamento com lâmina de 60 mm, para garantir a brotação das variedades de cana-de-açúcar.

4.5 Tratos Culturais

Os tratos culturais referentes ao uso de herbicidas, inseticidas, fungicidas e demais produtos relacionados com o controle de pragas e doenças foram utilizados conforme a necessidade da área e avaliação de infestação, conforme avaliação conjunta dos técnicos e consultores da Usina Jalles Machado S/A, e os pesquisadores da Embrapa Cerrados.

No controle de pragas, utilizou-se controle biológico e químico convencional para controle de broca-da-cana (*Diatrea sacchralis*), e controle químico convencional para cigarrinha (*Mahanarva fimbriolata*). O momento das aplicações foi definido através de monitoramento de população dos insetos-praga. O limite de população de insetos-praga aceito foi mais rigoroso do que o habitualmente utilizado pela usina, com o objetivo de evitar qualquer influência do impacto dos insetos-praga nos resultados de produtividade e qualidade obtidos.

Os fungicidas foram aplicados nos dias 25/10/2012, 16/12/2012 e 05/02/2013, para controle de doenças fúngicas. O inibidor de floração foi aplicado em área total, no dia 04/02/2013. Não foi utilizado maturador químico.

Realizou-se a operação de quebra-lombo, também conhecida como sistematização das entrelinhas com a linha da cana-de-açúcar, aos 120 dias após o plantio do experimento, para facilitar a colheita mecanizada da cana-de-açúcar crua e minimizar as perdas de colheita na base dos colmos.

4.6 Sistema de irrigação

A irrigação foi realizada por um carretel enrolador autopropelido (Figura 3) marca Irrigabrazil, modelo 140/GSV/350-4RII acoplado a barra irrigadora em aço zincado marca Irrigabrazil, com 48 metros de largura, equipada com emissores do tipo Quad-Spray com reguladores de pressão de 15 Kgf cm⁻², ambos da marca Senninger.

Antes do início da irrigação, foi realizado um teste de vazão em cada um dos emissores instalados na barra irrigadora. Também foi determinada a pressão necessária na entrada do carretel enrolador. O painel eletrônico computadorizado do carretel enrolador autopropelido foi aferido.



Figura 3. Carretel Turbomaq modelo 140/GSV/350-4RII utilizado no experimento.

4.7 Caracterização Hidráulica

A vazão total da barra irrigadora é de $96,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, e a pressão de serviço necessária na entrada da barra irrigadora é de $3,0 \text{ Kgf cm}^{-2}$ (Tabela 1).

Tabela 1. Aplicação de lâminas diferenciadas ao longo da barra irrigadora

| | | | | |
|-------------------------------|----|------|----|----------|
| Bocal (mm) | 13 | 18,5 | 23 | 2 x 20,5 |
| % da irrigação requerida | 25 | 50 | 75 | 125 |
| Lâmina de irrigação requerida | L4 | L3 | L2 | L1 |

A barra irrigadora é dividida pelo seu carro central em duas partes, lado esquerdo e lado direito. Em cada lado da barra ocorre uma subdivisão, totalizando quatro divisões. Cada uma destas divisões corresponde a uma lâmina de irrigação diferente. O lado esquerdo da barra irrigadora (Figura 4) é responsável por aplicar as lâminas de irrigação L1 e L4. O lado direito é responsável por aplicar as lâminas de irrigação L2 e L3. A lâmina 0% da irrigação requerida (L5) está fora do alcance barra irrigadora.

Durante a aplicação dos tratamentos, todos os emissores Quad-Spray da barra irrigadora foram na posição LEPA 1, ou seja, aplicando o volume de água de forma localizada nas entrelinhas das variedades de cana-de-açúcar, e, assim, não teve o risco de deriva de água de um tratamento para outro, nem mesmo para a área de sequeiro.



Figura 4. Lado esquerdo e direito da barra irrigadora.

Com a lâmina de irrigação calculada através do software de gerenciamento de irrigação pelo balanço hídrico, calculou-se a velocidade de recolhimento da mangueira PEMD do carretel, ou seja, a velocidade que a barra irrigadora foi recolhida.

4.8 Manejo da Irrigação

Durante o ciclo da cultura, diariamente foram coletados os dados meteorológicos de temperatura máxima e mínima ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa máxima e mínima (%), velocidade do vento (m s^{-1}), radiação solar (kJ m^2) e precipitação diária (mm), obtidos através da estação do INMET.

Para o registro da intensidade de precipitações pluviais durante o período do experimento, na área de bordadura do experimento foi instalado um pluviógrafo, modelo P-300 da empresa Irriplus.

A partir da coleta destes dados, foi gerado o balanço hídrico com o auxílio de um software de gerenciamento de irrigação, chamado Irriger. No software, o monitoramento climático é utilizado para estimar o balanço hídrico diário e o cálculo da lâmina de irrigação a ser aplicada, permitindo o controle do momento adequado para irrigar. O

software utiliza o método de Penman-Monteith (FAO 56) (Allen et al., 1998) para cálculo de evapotranspiração.

A frequência de irrigação foi alterada conforme a necessidade, em qualquer momento que houvesse o risco de quebra da umidade de segurança (Figura 5).

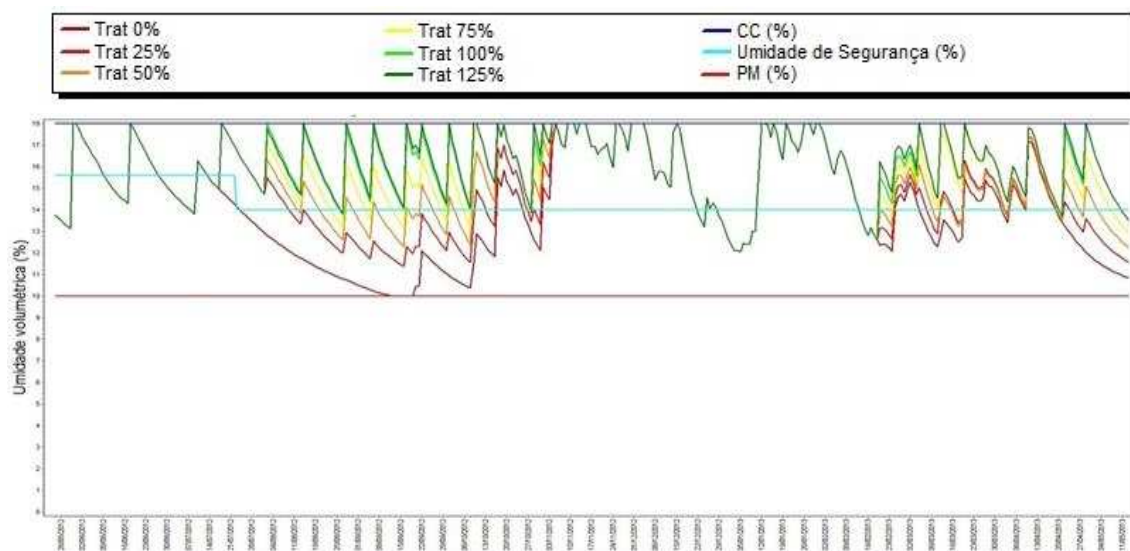


Figura 5. Balanço hídrico em cana-de-açúcar precoce, na safra 2012/13.

Para o cálculo do balanço hídrico, o software considera uma grande quantidade de variáveis, tais como a precipitação superficial, irrigação, escoamento superficial, profundidade de absorção de água, evapotranspiração, capacidade de campo, ponto de murcha e densidade aparente. Também é considerada a precipitação efetiva, ou seja, a precipitação que infiltra e que pode ser utilizada ou não pela cultura.

4.9 Avaliações Biométricas

As avaliações biométricas realizadas foram: comprimento do colmo (CC); diâmetro do colmo (DC) e número de perfilhos-colmos (NP). As avaliações de

comprimento do colmo (CC), em metros, foram realizadas com auxílio de uma régua graduada, aos 108, 191 e 352 dias após o plantio (DAP) da cana-de-açúcar, mensurando doze colmos de cada parcela, desde a base do colmo até o primeiro *dewlap* visível.

Os valores de diâmetro do colmo (DC), em milímetros, foram avaliados aos 108, 191 e 352 DAP da cana-de-açúcar, com a amostragem feita no quinto entrenó, contado da base do colmo para o ápice, mensurando doze colmos de cada parcela com paquímetro digital.

O número de perfilhos-colmos foi avaliado aos 66, 129, 191, 254, 310 e 352 DAP da cana-de-açúcar, pela contagem dos colmos contidos em quatro metros de linha na área útil da parcela, descontado do número inicial de gemas emergidas.

4.10 Colheita

As quatro variedades estudadas foram colhidas na segunda quinzena de maio de 2013, entre os dias 13 e 17 de maio/2013. A colheita foi realizada de forma mecanizada, com o auxílio de caminhões transbordo equipados com dispositivo de célula de carga (Figura 6).



Figura 6. Colheita das parcelas do experimento.

4.11 Análise da Qualidade Industrial

Antes da colheita do experimento, foram coletados 12 colmos de cada parcela experimental (Figura 7), cujos colmos foram encaminhados ao laboratório agroindustrial da Usina Jalles Machado S/A para as análises e obtenção dos valores de açúcar total recuperável (ATR), conforme metodologia CONSECANA-DE-AÇÚCAR (2006).

Para a determinação da qualidade dos atributos tecnológicos da cana-de-açúcar, as amostras foram trituradas e homogêneas. Em seguida, foram retirados 500 gramas de amostra e prensadas em uma prensa hidráulica por um minuto a 250 Kgf cm^{-2} , resultando em duas frações: o caldo e o bagaço úmido (bolo úmido). Em seguida, foi determinado o açúcar total recuperável (ATR), em quilos por tonelada de cana-de-açúcar.



Figura 7. Coleta das amostras das parcelas experimentais.

4.12 Análises Estatísticas

Os resultados das variáveis biométricas e produtividade de variedade foram submetidos à análise da variância pelo teste F ($p < 0,05$), e em casos de significância, foi realizada a análise de regressão para os regimes hídricos, enquanto para o fator variedades as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Variáveis Biométricas

A análise de variância mostrou efeito significativo ($p < 0,01$) do regime hídrico (RH – parcelas) e de variedades cana-de-açúcar (V – subparcelas) sobre o comprimento de colmo (CC) em todas as três avaliações, realizadas aos 108, 191 e 352 dias após o plantio (DAP) (Tabela 2). No entanto, a interação entre o fator RH versus variedades de cana-de-açúcar não evidenciou significância para esta variável em nenhuma das três épocas avaliadas.

O comprimento de colmo (CC) de cada variedade diferiu significativamente ($p < 0,05$), dentro de cada época avaliada (Tabela 2). Aos 108 DAP, todos os valores de CC diferiram entre si, com o maior valor para a variedade CTC 9 (0,37 m), cujos percentuais foram de 8,1, 16,21 e 43,24% a mais, respectivamente, em relação aos CC das variedades CTC 17, RB 96 6928 e CTC 18.

Na segunda avaliação, aos 191 DAP, os maiores valores de CC foram para as variedades CTC 9, CTC 17 e RB 96 6928, que, por sua vez foram semelhantes estatisticamente entre si, cujas diferenças em relação à variedade CTC 18 foi de 21,46% (Tabela 2).

Já na terceira avaliação, aos 352 DAP, os maiores valores de CC foram observados na variedade RB 96 6928, com percentuais de 4,0, 4,6 e 16,3%, respectivamente, em relação às variedades CTC 9; CTC 17 e CTC 18 (Tabela 2). Observa-se que as variedades CTC 9 e CTC 17 tiveram CC estatisticamente semelhantes entre si, de 3,44 e 3,45 m, respectivamente, que, por sua vez, foram maiores do que o CC da variedade CTC 18 (3,03 m). Para Diola & Santos (2010), a fase de crescimento dos colmos começa a partir de 120 DAP e dura até os 270 DAP e, em um cultivo de 12 meses, esta é a fase mais importante do cultivo, visto que é quando ocorre a formação do colmo, que resulta em produção; assim, a irrigação, fertilização, calor, umidade e condições climáticas ideais, favorecem

o alongamento. Já a fase de maturação em cultivo de cana-de-açúcar-planta se prolonga por aproximadamente dos 270 até 360 DAP, cuja síntese e acúmulo rápido de açúcar ocorrem durante esta fase, razão pela qual o crescimento vegetativo é reduzido.

É importante destacar que características varietais definem o número de perfilhos-colmos por planta, a altura e o diâmetro do colmo, o comprimento e a largura das folhas e a arquitetura da parte aérea, e essas características influenciam na eficiência fotossintética. Além disso, diferentes variedades de cana-de-açúcar possuem diferentes sistemas radiculares, e que também influencia na produtividade da cultura (GOUVÊA, 2008; SILVA, 2008).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para comprimento de colmo de diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de regime hídrico nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, aos 108, 191 e 352 dias após o plantio (DAP), Goianésia, GO, safra 2012/2013

| Fonte de Variação | GL | Quadrados médios | | |
|---------------------|----|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | Comprimento do colmo | | |
| | | 108 DAP | 191 DAP | 352 DAP |
| Regime hídrico (RH) | 4 | 0,0221** | 0,353** | 0,138** |
| Bloco | 3 | 0,0005 ^{ns} | 0,009 ^{ns} | 0,034 ^{ns} |
| Resíduo a | 12 | 0,0007 | 0,008 | 0,035 |
| Variedades (V) | 3 | 0,0919** | 0,605** | 1,263** |
| Interação RH x V | 12 | 0,0006 ^{ns} | 0,007 ^{ns} | 0,017 ^{ns} |
| Resíduo b | 45 | 0,0005 | 0,010 | 0,029 |
| CV a (%) | | 8,95 | 5,50 | 5,58 |
| CV b (%) | | 7,49 | 6,22 | 5,08 |
| Variedade | | m | | |
| CTC 9 | | 0,37a | 1,77a | 3,44b |
| CTC 17 | | 0,34b | 1,70a | 3,45b |
| CTC 18 | | 0,21d | 1,39b | 3,03c |
| RB 96 6928 | | 0,31c | 1,71a | 3,62a |

^{ns} não significativo; **, * significativo, respectivamente a (p<0,01) e (p<0,05) segundo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey (p<0,05).

Os valores encontrados para CC no final do ciclo da cana-de-açúcar, aos 352 DAP, foram de 3,44, 3,45, 3,03 e 3,62 m, respectivamente, para as variedades CTC 9; CTC 17;

CTC 18 e RB 96 692 (Tabela 2), os quais foram superiores aos encontrados por Oliveira et al. (2010), no final da segunda fase de crescimento das variedades de maturação precoce RB 872552 e RB 863129, quando obtiveram as maiores alturas, com valores, respectivamente, de 3,10 e 2,91 m. Estes resultados mostram um bom desenvolvimento de colmos das variedades precoces no presente estudo, apesar de comparados com outras variedades.

Analisando separadamente a variável CC em relação ao RH para as três épocas de avaliação, 108 DAP (CC1), 191 DAP (CC2) e 352 DAP (CC3) (Figura 8), verifica-se o comportamento linear em função da RH, além de elevada correlação, correspondente ao R^2 de 92, 98 e 96%, respectivamente, na sequência das três épocas de avaliação. O máximo valor de CC estimado para a RH de 125%, aos 108, 191 e 352 DAP foi, respectivamente, de 0,35, 1,86 e 3,52 m, o que equivale ao incremento médio de 1,2 a 1,5 cm dia⁻¹ a partir da primeira avaliação, realizada aos 108 DAP.

Em estudo relativo aos índices de crescimento da cana-de-açúcar, variedade SP 79-1011, sob regime de irrigação e sequeiro, Farias et al. (2008b) obtiveram, para a cana-de-açúcar irrigada, altura máxima de 152,80 cm aos 194 DAP, e taxa de crescimento em altura, aos 280 DAP, de 0,5457 cm dia⁻¹; já para a cultura submetida ao regime de sequeiro essa altura máxima foi de 148,19 cm aos 236 DAP dias, a taxa de crescimento em altura das plantas submetidas a esse manejo, até os 280 DAP, foi de 0,5292 cm dia⁻¹. No presente, houve um crescimento mais acentuado para todas as variedades estudadas (Tabela 2 e Figura 8), cuja taxa de crescimento para as variedades CTC 9, CTC 17, CTC 18 e RB 96 6928 até os 352 DAP foi, respectivamente, de 0,9772, 0,9801, 0,8607 e 1,0284 cm dia⁻¹. Tal fato, possivelmente está relacionado aos distintos genótipos utilizados nos respectivos estudos, bem como às diferentes condições edáficas e climáticas locais, as quais exercem grande influência na taxa de crescimento da planta (GOUVÊA, 2008; SILVA, 2008; VERISSIMO et al., 2012).

Os menores valores de CC foram observados na RH de 0% (sequeiro) (Figura 8), com percentuais de aumento de 5, 10 e 15%, respectivamente, para a RH de 25, 50 e 75% aos 108 DAP (CC1); 4,1, 8,3 e 12,5% aos 191 DAP (CC2); e 1,3, 2,7 e 4,0% aos 352 DAP (CC3).

De maneira geral, o incremento médio no CC foi de 0,0175, 0,0775 e 0,0472 m a cada 25% de RH incrementado (Figura 8). Estes resultados mostram maior incremento

na segunda avaliação, aos 191 DAP (CC2), possivelmente em função da fase de maior crescimento da cultura, correspondendo a valores de 0,0031m a cada 1% de RH.

Pode-se observar, ainda, que houve aumento dos valores médios de CC2 (191 DAP) para CC3 (352 DAP), que podem ser explicados pela diferença de tempo entre as datas de avaliação, pois levou mais tempo (dois meses a mais) do que da CC1 (108 DAP) para CC2 (191 DAP), cujo propósito foi avaliar a cultura nas diferentes fases estabelecidas (Figura 8).

De maneira geral, o crescimento da parte aérea da cana-de-açúcar pode ser dividido em três etapas: fase inicial, em que o crescimento é lento; fase de crescimento rápido, com surgimento e alongamento de entrenós, em que se acumulam cerca de 75% da matéria seca total; e fase final, em que novamente há crescimento lento (ROBERTSON et al., 1996; INMAN-BAMBER et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2005, 2007).

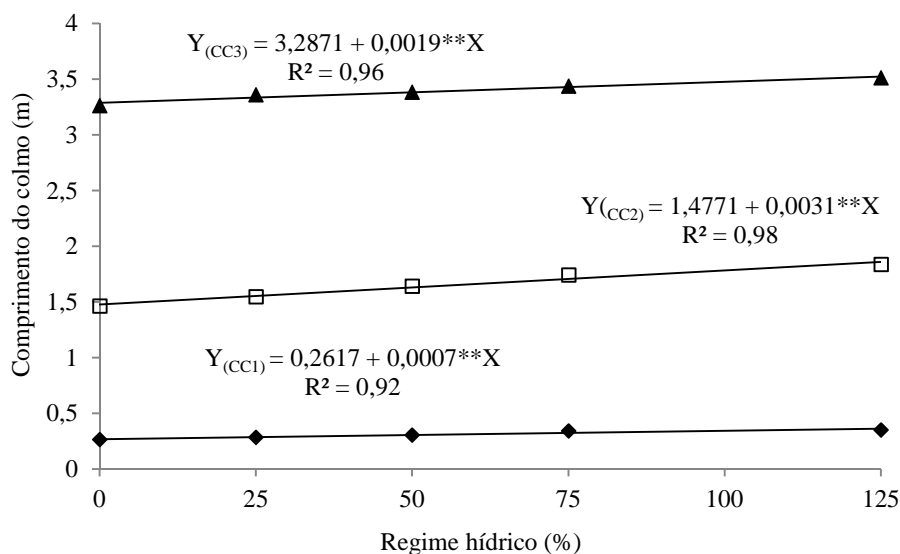


Figura 8. Comprimento de colmo de diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de regime hídrico nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, aos 108 (CC1), 191 (CC2) e 352 (CC3) dias após o plantio, Goianésia, GO, safra 2012/2013. ** Significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A análise de variância não mostrou significância da interação entre o fator RH versus variedades de cana-de-açúcar para o diâmetro de colmo (DC), em nenhuma das épocas avaliadas (108, 191 e 352 DAP), porém, quando analisado separadamente, se observou significância ($p < 0,01$) em todas as épocas avaliadas, tanto para RH como para variedades (Tabela 3).

Analisando isoladamente o fator variedades quanto ao DC (Tabela 3), foi possível observar que as médias apresentaram diferenças significativas ($p < 0.05$). Para a primeira época avaliada, aos 108 DAP, encontrou-se os maiores valores de DC para a variedade CTC 17, porém, a mesma não diferiu da RB 96 6928, mas apresentou percentuais de aumento de 6,5 e 23%, respectivamente, em relação às variedades CTC 9 e CTC 18.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para diâmetro de colmo de diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de regime hídrico nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, aos 108, 191 e 352 dias após o plantio (DAP), Goianésia, GO, safra 2012/2013

| Fonte de Variação | GL | Quadrados médios | | |
|---------------------|----|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | Diâmetro do colmo | | |
| | | 108 DAP | 191 DAP | 352 DAP |
| Regime hídrico (RH) | 4 | 7,09** | 13,21** | 13,18** |
| Bloco | 3 | 2,51 ^{ns} | 0,89 ^{ns} | 1,56 ^{ns} |
| Resíduo a | 12 | 0,92 | 0,89 | 2,28 |
| Variedades (V) | 3 | 66,12** | 10,80** | 23,70** |
| Interação RH x V | 12 | 0,59 ^{ns} | 0,37 ^{ns} | 0,65 ^{ns} |
| Resíduo b | 45 | 1,26 | 1,05 | 3,79 |
| CV a (%) | | 5,82 | 3,87 | 5,59 |
| CV b (%) | | 6,79 | 4,21 | 7,21 |
| Variedade | | mm | | |
| CTC 9 | | 16,89b | 25,18a | 27,19a |
| CTC 17 | | 18,07a | 23,91bc | 25,43b |
| CTC 18 | | 13,91c | 23,59c | 27,78a |
| RB 96 6928 | | 17,27ab | 24,75ab | 27,66a |

^{ns} não significativo; **, * significativo respectivamente a ($p < 0,01$ e $0,05$) segundo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey ($p < 0,05$).

Na segunda avaliação, aos 191 DAP, os maiores valores médios de DC foram observados na CTC 9 (Tabela 3), porém, o mesmo só diferiu da RB 96 6928, cuja diferença percentual foi de 5 e 6,3% em relação à CTC 17 e CTC 18, respectivamente, apesar destas duas últimas não apresentarem diferença significativa entre si. Já na terceira avaliação, aos 352 DAP, os maiores valores médios de DC foram observados na variedade

CTC 18, no entanto, apresentou diferença significativa apenas da variedade CTC 17, cujo percentual de aumento foi de 8,46%.

O fator RH em relação a variável DC mostrou um comportamento linear para as diferentes datas de avaliação em função da RH, além de correlação elevada correspondentes ao R^2 de 93, 87 e 96% (Figura 9), respectivamente, na sequência das três datas de avaliação, CC1 (108 DAP), CC2 (191 DAP) e CC3 (352 DAP). Em estudos realizados por Oliveira et al. (2010), o diâmetro do colmo se ajustaram ao modelo sigmoide, caracterizando duas fases de desenvolvimento, em que na primeira fase, o aumento no diâmetro do colmo foi rápido e constante nos primeiros 90 DAP, apresentando taxas médias de crescimento em diâmetro do colmo de $0,22 \text{ mm d}^{-1}$.

A avaliação do máximo valor estimado DC foi de 17,46, 25,59 e 28,31 mm para CC1 (108 DAP), CC2 (192 DAP) e CC3 (352 DAP) no RH de 125%, equivalendo ao incremento médio de $0,0456 \text{ mm dia}^{-1}$ a partir da primeira avaliação, aos 108 DAP (Figura 9). Foram observados os menores valores de DC na RH 0%, com percentuais de aumento de 1,9, 3,8 e 5,7%, respectivamente, para a RH de 25, 50 e 75% para CC1; 1,7, 3,4 e 5,2% para CC2 e 1,6, 3,3 e 4,9% para CC3.

No geral, o incremento médio no DC foi de 0,33, 0,44 e 0,46 mm a cada 25% de RH aumentado, respectivamente, para CC1 (108 DAP), CC2 (192 DAP) e CC3 (352 DAP). Estes resultados mostram que o maior incremento na segunda avaliação CC3, possivelmente ocorreu em função da fase da cultura, correspondendo aos valores de $0,0456 \text{ mm}$ a cada 1% de RH a partir da primeira avaliação, aos 108 DAP (Figura 9).

No entanto, a partir da segunda data de avaliação (192 DAP), apesar de haver maior distância de tempo em relação a primeira e segunda avaliação, os valores de DC não tiveram um incremento expressivo (Figura 9). Tal fato, possivelmente ocorreu porque a cultura está estabilizando o crescimento relacionado à espessura do colmo nesta fase. Os resultados obtidos neste estudo corroboram com Moura et al. (2005), que consideram adequados valores de DC acima de 22 mm para a cana-de-açúcar irrigada.

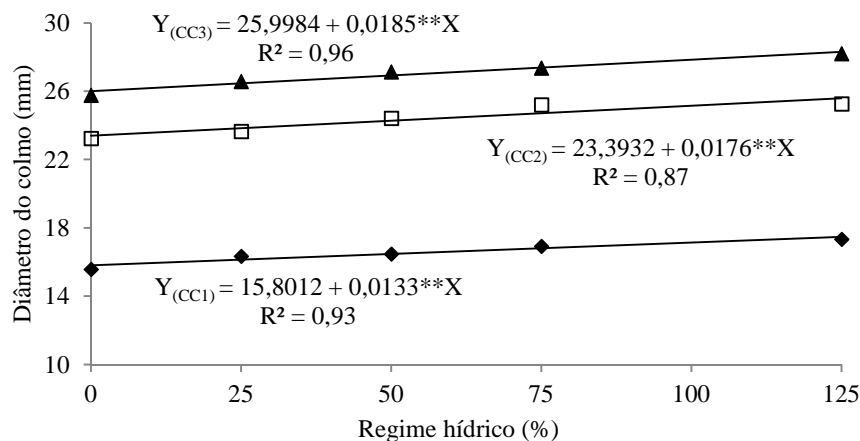


Figura 9. Diâmetro do colmo de diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de regime hídrico nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, aos 108 (CC1), 191 (CC2) e 352 (CC3) dias após o plantio, Goianésia, GO, safra 2012/2013. ** Significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A análise de variância mostrou efeito significativo da interação ($p < 0,05$) entre regime hídrico versus variedade para o número de perfilhos-colmos (NP) por 12 m, avaliados aos 129 e 191 DAP (Tabela 4). Já aos 66, 129, 254 e 310 DAP, o NP foi significativo somente para o fator variedade ($p < 0,01$), e, aos 352 DAP, tanto regime hídrico como variedade proporcionaram efeitos significativos ($p < 0,05$), quando analisados separadamente.

Analisando o fator regime hídrico, aos 352 DAP isoladamente, observa-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre a RH de 0 e 125% utilizadas, em que se verificou redução de 10,33% no NP para RH de 125% (Tabela 4).

Aos 66 DAP, a variedade CTC 17 teve as maiores médias de NP, apesar de não diferir da RB 96 6928, cujas médias foram 25,9 e 30,3%, respectivamente, superiores às das variedades CTC 9 e CTC 18 (Tabela 4). Aos 254 DAP, a maior média de NP foi observada na CTC 18 que não difere da CTC 17, mas obteve aumentos médios de até 13,1 e 15,3% em relação à CTC 9 e RB 96 6928. Também, aos 310 DAP, os maiores NP foram observados na CTC 18 e CTC 17, que não diferem entre si, e apresentaram 12,6% de aumento médio no NP em relação às variedades CTC 9 e RB 96 6928; já aos 352 DAP se destacaram as variedades CTCs com aumento de 19,28% em comparação à RB96 6928.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para o número perfilhos-colmos de diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas as duas diferentes lâminas de regime

hídrico (0 e 125%), nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, Goianésia, GO, safra 2012/2013

| FV | GL | Quadrados médios | | | | | |
|--|----|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| | | Perfilhos-colmos (DAP) | | | | | |
| | | 66 | 129 | 191 | 254 | 310 | 352 |
| RH | 1 | 520,03 ^{ns} | 3300,78 ^{ns} | 14878,12 ^{**} | 91,12 ^{ns} | 3,78 ^{ns} | 2812,50 [*] |
| Bloco | 3 | 3958,36 ^{ns} | 4984,78 ^{ns} | 5489,37 ^{**} | 1405,25 ^{ns} | 981,19 ^{ns} | 316,50 ^{ns} |
| Resíduo a | 3 | 961,78 | 1564,78 | 35,70 | 295,70 | 661,36 | 160,50 |
| Var.(V) | 3 | 6866,78 ^{**} | 6925,44 ^{**} | 3011,20 ^{**} | 2786,75 ^{**} | 1069,03 ^{**} | 1924,50 [*] |
| RH x V | 3 | 663,86 ^{ns} | 1600,78 [*] | 2070,20 [*] | 572,20 ^{ns} | 338,36 ^{ns} | 184,50 ^{ns} |
| Resíduo b | 18 | 354,60 | 351,03 | 543,34 | 325,72 ^{ns} | 110,22 | 542,50 |
| CV a (%) | | 17,01 | 17,42 | 2,35 | 7,84 | 14,81 | 7,36 |
| CV b (%) | | 10,33 | 8,25 | 9,18 | 8,23 | 6,05 | 13,53 |
| Número de perfilhos-colmos por 12 metros | | | | | | | |
| Regime | | | | | | | |
| 0% | | 178,31 | Desdobramento | | 217,56 | 173,93 | 181,50a |
| 125% | | 186,37 | | | 220,93 | 173,25 | 162,75b |
| Variedade | | | | | | | |
| CTC 9 | | 174,25b | Desdobramento | | 205,37b | 164,63b | 169,50ab |
| CTC 17 | | 207,25a | | | 234,00a | 180,00a | 175,50ab |
| CTC 18 | | 144,37c | | | 236,62a | 186,63a | 190,50a |
| RB 96 | | | Desdobramento | | | | |
| 6928 | | 203,50a | | | 201,00b | 163,13b | 153,00b |

^{ns} não significativo; **, * significativo, respectivamente, a ($p < 0,01$) e ($p < 0,05$) segundo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey ($p < 0,05$).

Normalmente, o aumento no perfilhamento da cana-de-açúcar ocorre em até seis meses de idade, e posterior redução de cerca de 50%, seguida de estabilização tanto em cana-planta quanto em cana-soca, a partir dos nove meses, que é característica fisiológica da cana-de-açúcar observada em vários estudos (CASTRO & CHRISTOFOLETI, 2005; SILVA et al., 2007a).

O fato de no presente estudo a cana-de-açúcar apresentar esta dinâmica no perfilhamento, e não estabilizar estes valores na fase inicial de perfilhamento como esperado, pode estar diretamente relacionado a diversos fatores que podem interferir no

perfilhamento inicial, como a variedade, além de outros fatores como a luminosidade (quanto menor, reduz-se o perfilhamento), a temperatura que à medida que se eleva, pode aumentar o perfilhamento até atingir 30°C, a nutrição equilibrada e a umidade adequada do solo, fatores que podem reduzir o perfilhamento inicial através da morte ou abortamento de perfilhos. Bezuidenhout et al. (2003) classificaram o crescimento da cultura da cana-de-açúcar de acordo com o perfilhamento, tendo separado o mesmo em três fases: i) formação dos perfilhos primários; ii) período de grande perfilhamento; e iii) período de senescência dos perfilhos.

Ao longo do ciclo de cultivo da cana-de-açúcar irrigada, Silva et al. (2012) encontraram o valor máximo de número de perfilhos de 42,5 perfilhos m⁻² para a variedade RB 92579, e ao final do ciclo, verificou-se valores de 15,3 perfilhos m⁻², estes valores estão de acordo com os encontrados neste estudo, apesar de se tratar de outra variedade, em que se obteve valores médios na última data avaliada, aos 352 DAP, de 14,1, 14,6, 15,8 e 12,7 perfilhos m⁻² para as variedades CTC 9; CTC 17; CTC 18 e RB 96 6928, respectivamente.

No desdobramento do fator RH versus variedades para o NP, nos casos que apresentaram interação significativa (Tabela 5), observa-se que tanto a variedade RB 96 6928 quanto a CTC 17, aos 129 DAP, apresentaram as melhores médias de NP, uma vez que as duas não diferem entre si, apesar da última não diferir significativamente da CTC 18. Porém, apresentaram aumento médio de até 18,6% com 0% de RH, já quando analisado NP com uma RH de 125% os melhores resultados foram observados na variedade RB 96 6928 e CTC 9 apesar da última só diferir da CTC 18, chegando a obter aumentos de até 34,5%. Estes resultados mostram que a variedade RB 96 6928 teve grande capacidade de resposta à irrigação quando comparada às demais variedades.

Comparando o aumento ocorrido dentro da mesma variedade quanto à presença e ausência da RH, obteve-se diferença estatística para a variedade RB 96 6928, com aumento percentual de até 15,12%; e a CTC 9 com aumento que chegou a 18,7% (Tabela 5). Estes resultados mostram que a variedade CTC 9 apresentou maior resposta à irrigação em relação à variável NP quando comparada às demais variedades testadas neste estudo. Oliveira et al. (2010) ao avaliarem a produção de matéria seca de 11 variedades de cana-de-açúcar também sob irrigação plena, além de identificarem diferenças nas respostas em razão da distinção genética dos materiais, destacaram a variedade RB92579 como a mais produtiva e reportaram que sua resposta ao incremento hídrico foi decisiva nas fases de

perfilhamento e de máximo crescimento, quando houve maior aproveitamento da radiação solar. De fato, o perfilhamento é um dos componentes para a formação do potencial de produção da cana-de-açúcar em conjunto com a altura e o diâmetro de colmos (CASTRO & CHRISTOFOLETI, 2005; SILVA et al., 2007b) e a irrigação capacita as variedades responsivas para melhor manifestarem seu potencial genético (DANTAS NETO et al., 2006; FARIAS et al. 2008a).

Observa-se ainda, pelo desdobramento, aos 191 DAP na RH de 125% (Tabela 5), que as variedades RB 96 6928; CTC 9 e CTC 17 apresentaram diferença no número de perfilhos-colmos de até 25,38% em relação à CTC 18. Também, notou-se que, à exceção da variedade CTC 18, as demais variedades estudadas apresentaram diferença estatística em função do regime hídrico de 0% (sequeiro) para 125%, com valores percentuais de aumento de 25, 14,1 e 20%, respectivamente, para CTC 9, CTC 17 e RB 96 6928. Estes resultados demonstram que ao longo do ciclo houve alteração no comportamento das diferentes variedades. Silva et al. (2014) com a finalidade de avaliar o potencial produtivo de diferentes variedades de cana-de-açúcar irrigadas plenamente, observaram resultados que corroboram com os encontrados neste estudo, uma vez que as variedades de cana-de-açúcar responderam diferentemente à irrigação plena, estes autores reportam a influência do ciclo de cultivo.

Na cana-de-açúcar, os principais drenos de carboidratos são representados pelo crescimento da área foliar e do sistema radicular, além do próprio acúmulo de sacarose no colmo (MACHADO et al., 2008). Conseqüentemente, ocorre remobilização de energia e de carboidratos das raízes, para aumento do perfilhamento e alongamento do colmo (INMAN -BAMBER & SMITH, 2005; SINGH et al., 2007), que é estimulado pela produção do hormônio vegetal citoquinina, responsável pelo crescimento vegetativo da parte aérea das plantas (TAKEI et al., 2002). Contudo, uma pequena redução na disponibilidade de água do solo pode afetar tanto a divisão celular quanto o alongamento celular em cana-de-açúcar (INMAN-BAMBER & SMITH, 2005).

Tabela 5. Desdobramento da interação entre regime hídrico versus variedade de cana-de-açúcar para o número perfilhos-colmos, aos 129 e 191 dias após o plantio (DAP),

submetidas a duas diferentes lâminas de regime hídrico (0 e 125%), Goianésia, GO, safra 2012/2013

| Variedades | Número de perfilhos/colmos por 12 metros | |
|------------|--|-----------|
| | Regime hídrico | |
| | 0% | 125% |
| | ————— 129 DAP ————— | |
| CTC 9 | 201,00bcB | 247,25abA |
| CTC 17 | 234,25abA | 236,75bA |
| CTC 18 | 194,00cA | 184,00cA |
| RB 96 6928 | 238,50aB | 281,00aA |
| | ————— 191 DAP ————— | |
| CTC 9 | 214,50aB | 286,25aA |
| CTC 17 | 236,75aB | 275,75abA |
| CTC 18 | 231,25aA | 230,75bA |
| RB 96 6928 | 247,00aB | 309,25aA |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si segundo teste Tukey ($p < 0,05$).

5.2 Variáveis Produtivas

A análise de variância mostrou efeito significativo ($p < 0,01$) da interação entre regime hídrico e variedades para tonelada de colmo por hectare (TCH) e tonelada de açúcar por hectare (TAH) (Tabela 6), enquanto para a variável quantidade de açúcar total recuperável (ATR) não foi evidenciada significância para regime hídrico, assim, com efeito significativo apenas do fator variedades; resultados semelhantes foram observados por Souza et al. (2012), Melo et al. (2009), Có Júnior et al. (2008) e Tasso Júnior (2007) que identificaram diferenças significativas a $p < 0,01$, para as variáveis TPH, TCH, FIB, PCC, BRIX e ATR, e, a $p < 0,05$, para a variável PZA.

A variedade CTC 9 não diferiu da variedade RB 96 6928 em relação ao valor médio do ATR, o mesmo ocorreu entre as variedades CTC 17 e CTC 18 (Tabela 6). A variedade CTC 9 demonstrou um ATR 7,6 e 8,3% superior aos das variedades CTC 17 e CTC 18, respectivamente; já em relação à RB 96 6928, as variedades CTC 17 e CTC 18 indicaram diferenças percentuais menores de aproximadamente 5,1 e 5,8%, respectivamente.

Em estudos realizados por Souza et al. (2012) foi verificado que a variedade RB 813804 apresentou superioridade sobre as demais variedades estudadas em relação à variável ATR, com média de 144,91 t ha⁻¹, acima da média geral observada, que foi de 136,03 t ha⁻¹; apresentaram, assim, melhores desempenhos em ATR os genótipos que fazem parte do grupo (a): RB 813804, RB 942520, RB 943066, SP79-1011, SP78-4764 e RB 94 3365.

Tabela 6. Resumo da análise de variância para tonelada de colmo por hectare (TCH), açúcar total recuperável (ATR) e tonelada de açúcar por hectare (TAH), considerando diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de regime hídrico, Goianésia, GO, safra 2012/2013

| Fonte de Variação | GL | Quadrados médios | | |
|---------------------|----|------------------------------|----------------------|--------------------|
| | | TCH | ATR | TAH |
| Regime hídrico (RH) | 4 | 7944,51** | 144,25 ^{ns} | 147,72** |
| Bloco | 3 | 65,43 ^{ns} | 62,73 ^{ns} | 1,43 ^{ns} |
| Resíduo a | 12 | 168,13 | 48,56 | 4,01 |
| Variedades (V) | 3 | 10191,29** | 627,94** | 295,80** |
| Interação RH x V | 12 | 665,82** | 50,45 ^{ns} | 16,74** |
| Resíduo b | 45 | 80,61 | 28,77 | 2,42 |
| CV a (%) | | 7,80 | 5,21 | 8,97 |
| CV b (%) | | 5,40 | 4,01 | 6,97 |
| Variedade | | Médias (t ha ⁻¹) | | |
| CTC 9 | | | 140,41a | |
| CTC 17 | | | 129,70b | |
| CTC 18 | | Desdobramento | 128,75b | Desdobramento |
| RB 96 6928 | | | 136,67a | |

^{ns} não significativo; **, * significativo respectivamente a (p<0,01 e 0,05) segundo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey (p<0,05).

Nota-se, na Figura 10, que para a produtividade de colmos por hectare (TCH), considerando o regime hídrico dentro de cada variedade adequaram à regressão linear (CTC 17) e quadrática (CTC 9, CTC 18 e RB 96 6928), as quais demonstraram R² acima de 92%.

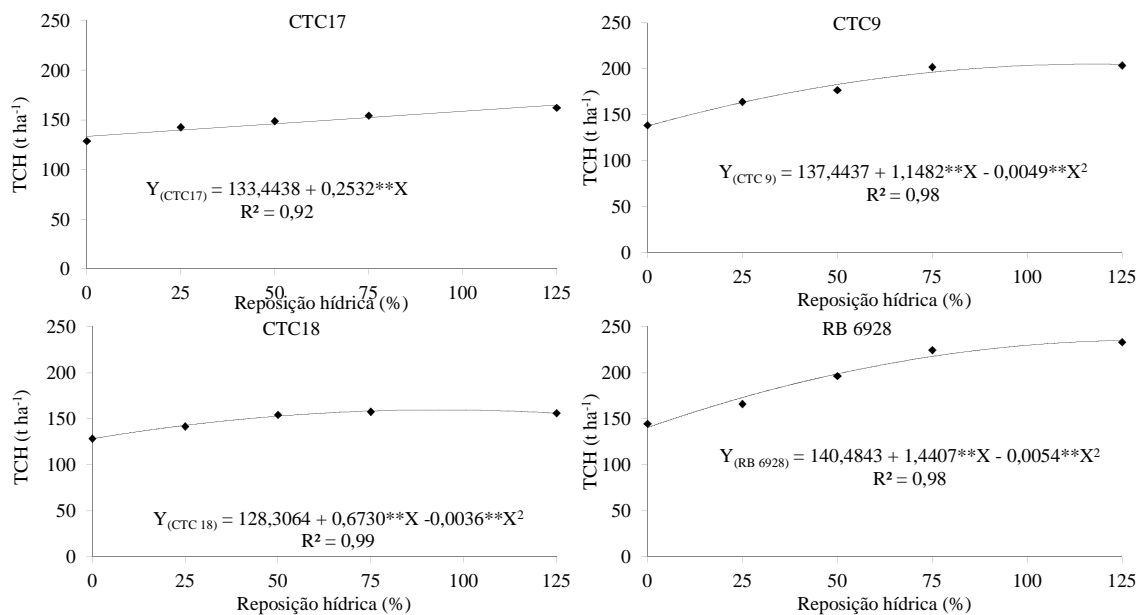


Figura 10. Desdobramento do regime hídrico dentro de cada variedade de cana-de-açúcar para tonelada de colmo por hectare (TCH), Goianésia, GO, safra 2012/2013. ** Significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A TCH máxima para a variedade CTC 17 foi observada no regime hídrico de 125%, que foi 20,66% superior ao regime hídrico de 0%, e quando comparada aos demais RH, sempre se observou a diferença abaixo de 12,1% (RH de 25%), logo o aumento da RH gerou um crescimento médio do TCH de 5,6% (Figura 10).

A TCH para a variedade CTC 18 demonstrou o maior valor observado no regime hídrico de 75%, sendo este 10% superior ao regime hídrico de 25% (Figura 10); já o máximo valor estimado de TCH (159,8 t ha⁻¹) para a variedade CTC 18 foi estimado com o regime hídrico de 93%, sendo este valor de TCH próximo ao observado na RH de 75% (diferença menor do que 1,3%).

A variedade CTC 9 apresentou o máximo valor de TCH no regime hídrico estimado de 117%, que seria de aproximadamente 205 t ha⁻¹, enquanto o maior valor observado ocorreu no regime hídrico de 125%, indicando a diminuição no regime hídrico de 8% (Figura 10). A TCH máxima em relação ao RH de 0% mostrou a diferença de 32,4%, e diferenças acima de 13,8% em relação ao RH de 25 e 50%. Deon et al. (2010) constataram que a lâmina de irrigação correspondente a maior irrigação testada (200% da ETc) resultou em produtividades 2 e 10% superiores a lâmina de irrigação correspondente a evapotranspiração da cultura, na primeira e segunda soca, respectivamente.

A variedade RB 96 6928 em comparação às demais variedades foi a que demonstrou maiores diferenças na TCH, quando levado em conta o regime hídrico de

125% e 75% em relação aos regimes hídricos de 0, 25 e 50%, as quais foram de 38, 28,8 e 15,8%, respectivamente (Tabela 7). A TCH máxima foi estimada no regime hídrico de 133%, com uma TCH estimada de 236,6 t ha⁻¹, valor este 1,4% superior àquele verificado no regime hídrico de 125%. A produtividade da cana-de-açúcar irrigada apresenta, naturalmente, grande variabilidade (WIEDENFELD & ENCISO, 2008; LEAL et al., 2009).

As variedades CTC 9 e RB 96 6928 não apresentaram diferenças no regime hídrico de 25 e 50%, assim como as variedades CTC 17 e CTC 18 (Tabela 7); entretanto, a TCH verificada nas variedades CTC 9 e RB 96 6928 foram, respectivamente, 13 e 14,6% (regime hídrico de 25%), 15,7 e 21,4% (regime hídrico de 50%) superiores às observadas nas variedades CTC 17 e CTC 18. Em estudos realizados por Moraes et al. (2010) destacaram as progênies dos cruzamentos: RB 855035 X RB 72454; RB 865230 X RB 855035; Tuc71-7 X RB 72454 e RB 72454 X Tuc71-7, sendo que a progênie RB 865230 X RB 855035 apresentou PCC e ATR inferiores, estatisticamente, à SP 79-1011; já, os cruzamentos Tuc71-7 X RB 72454 e RB 72454 X Tuc71-7 apresentaram valores de TCH inferiores, estatisticamente, à RB 72454.

Tabela 7. Desdobramento das variedades de cana-de-açúcar dentro de cada regime hídrico para toneladas de colmo por hectare (TCH), Goianésia, GO, safra 2012/2013

| Variedade | Regime hídrico | | | | |
|------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0% | 25% | 50% | 75% | 125% |
| | TCH (t ha ⁻¹) | | | | |
| CTC 9 | 138,27 | 163,80a | 176,51a | 201,60b | 203,32b |
| CTC 17 | 128,72 | 142,64b | 148,82b | 154,40c | 162,24c |
| CTC 18 | 128,58 | 141,78b | 154,42b | 157,74c | 156,18c |
| RB 96 6928 | 144,65 | 166,13a | 196,54a | 224,76a | 233,36a |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey (p<0,05).

A produtividade de colmos da variedade RB 96 6928 de 224,76 e 233,36 t ha⁻¹, respectivamente, para a reposição hídrica de 75% e 125%, superou os resultados obtidos por Carvalho et al. (2009) e Oliveira et al. (2009), em estudos com outras variedades de cana-de-açúcar. No entanto, já foram próximos aos resultados obtidos por Dalri et al. (2008); Barbosa et al. (2012) e Andrade Júnior et al. (2012), utilizando irrigação por gotejamento subsuperficial. No presente estudo, a maior produtividade de colmos da

variedade RB 96 6928 em relação às demais (Tabela 7), indica que o maior comprimento do colmo (Tabela 2) e o maior diâmetro do colmo (Tabela 3) contribuiriam mais para o incremento da produtividade do que o número de perfilhos-colmos, uma vez que esta variável foi menor para esta variedade em relação às demais (Tabela 4).

As variedades CTC 17 e CTC 18 também não apresentaram diferença significativa nos regimes hídricos de 75 e 125% para o TCH (Tabela 7); já o TCH das variedades CTC 17 e CTC 18 (regime hídrico de 75%) foram, respectivamente, 23,4 e 21,8% menores do que o verificado na variedade CTC 9, a qual apresentou o TCH 10,3% inferior ao da variedade RB 96 6928. Comportamento similar foi observado no regime hídrico de 125% quando comparada as variedades CTC 17 e CTC 18 com a variedade CTC 9, que mostraram diferenças da ordem de 20,2 e 23,2%, e a diferença de 12,9% entre a variedade CTC 9 e RB 96 6928. Gava et al. (2011), estudando três genótipos (RB867515, RB855536 e SP80-3280), encontraram TCH médio de 132,2 t ha⁻¹ para o manejo irrigado, e de 106,5 t ha⁻¹ para o manejo de sequeiro, no primeiro ciclo de cultivo; no segundo ciclo (cana-de-açúcar-soca), a média de TCH foi de 126,2 e 90,8 t ha⁻¹, para os manejos irrigado e de sequeiro, respectivamente.

O regime hídrico dentro de variedade para TAH se adequaram ao modelo quadrático, em que se verificou R² acima de 93% (Figura 11). A TAH máxima (29,4 t ha⁻¹) da variedade CTC 9 foi estimado com a lâmina de 122%, a qual foi apenas 0,7% maior, do que a verificada no regime hídrico de 75%, indicando baixo impacto do regime hídrico na TAH, quando este é superior a 75%. No entanto, comparando o regime hídrico de 75% com os de 0, 25 e 50%, observaram diferenças mais expressivas, de 33,7, 21,6 e 17%, respectivamente (Figura 11).

A TAH da variedade CTC 18 demonstrou acréscimo estimado até o regime hídrico de 91%, que foi seguido de uma estabilização da TAH em 20,4 t ha⁻¹ até o regime hídrico de 125%, conseqüentemente a maior TAH observada culminou no regime hídrico de 75%, conforme o verificado nas variedades CTC 17 e CTC 9 (Figura 11). No entanto, pode-se notar que a diferença do máximo TAH se mostrou mais relevante somente para o regime hídrico de 0% (21,6%), enquanto para o regime hídrico de 25 e 50% essa diferença reduziu a um terço.

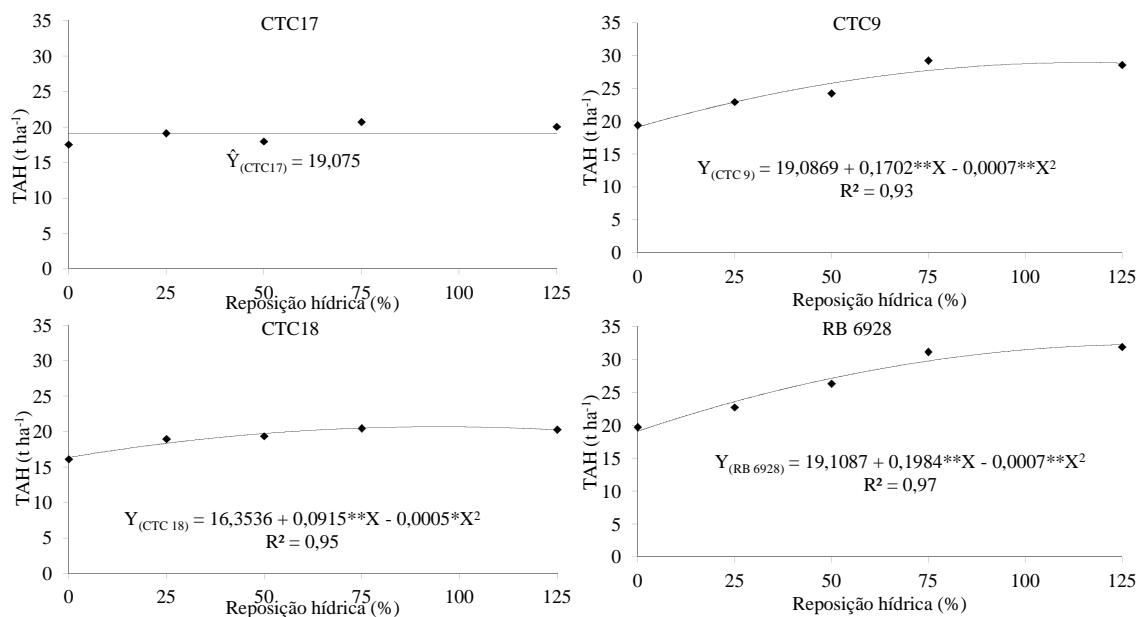


Figura 11. Desdobramento do regime hídrico dentro de cada variedade de cana-de-açúcar para toneladas de açúcar por hectare (TAH), Goianésia, GO, safra 2012/2013. * e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Diferentemente das demais variedades, a RB 96 6928 mostrou o maior TAH ($31,94 \text{ t ha}^{-1}$), observado no regime hídrico de 125% (Figura 11 e Tabela 8), conseqüentemente o máximo TAH foi estimado em um regime hídrico superior a 125% (142%), sendo este em torno de $33,17 \text{ t ha}^{-1}$. A reposição hídrica, deste modo, demonstrou ter forte influência na TAH para a variedade RB 96 6928, pois na sua ausência (0% de RH) se verificou a diferença de 38% em relação o regime hídrico de 125%, além disso, o TAH aumentou com o aumento do regime hídrico de forma considerável (Tabela 8). Em outros estudos constatou-se que genótipos de cana-de-açúcar respondem diferentemente, em TAH, ao aumento da disponibilidade hídrica (INMAN-BAMBER & SMITH, 2005; SMIT & SINGELS, 2006; SILVA et al., 2007; GAVA et al., 2011).

Recentemente, em estudos desenvolvidos por Oliveira et al. (2011), no município de Carpina, PE, com 11 variedades de cana-de-açúcar sob dois regimes hídricos (sequeiro e irrigado), constataram que o TAH sofreu alteração, passando de $12,30$ para $30,70 \text{ t ha}^{-1}$, incremento de 151% em função da irrigação. Também, foram registrados aumentos na produção de açúcar com a irrigação, cujos valores foram da ordem de $13,60$ e $42,60 \text{ t ha}^{-1}$ de açúcar, respectivamente, nos tratamentos sequeiro e irrigado.

As variedades CTC 9, CTC 17 e RB 96 6928 não apresentaram diferença significativa no regime hídrico de 0% para o TAH, assim como as variedades CTC 17 e

CTC 18; o TAH da variedade RB 96 6928 e CTC 17 foi, respectivamente, 18,4 e 11,2% superior ao da variedade CTC 18 (Tabela 8).

Tabela 8. Desdobramento de variedades de cana-de-açúcar dentro de cada regime hídrico para tonelada de açúcar por hectare (TAH), Goianésia, GO, safra 2012/2013

| Variedade | Regime hídrico | | | | |
|------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 0% | 25% | 50% | 75% | 125% |
| | TAH (t ha ⁻¹) | | | | |
| CTC 9 | 19,38a | 22,90a | 24,22a | 29,22a | 28,54b |
| CTC 17 | 17,53ab | 19,12b | 17,97b | 20,71b | 20,05c |
| CTC 18 | 16,10b | 18,95b | 19,34b | 20,46b | 20,29c |
| RB 96 6928 | 19,73a | 22,74a | 26,35a | 31,19a | 31,94a |

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey ($p < 0,05$).

Para os regimes hídricos de 25, 50 e 75%, as variedades RB 96 6928 e CTC 9 não diferiram significativamente entre si quanto a TAH, sendo que o mesmo ocorreu entre as variedades CTC 17 e CTC 18 (Tabela 8). As variedades CTC 17 e CTC 18 nas reposições hídricas de 0, 25 e 50% demonstraram diferenças médias, respectivamente, de 19,7, 29,0 e 32,4% em relação às variedades RB 96 6928 e CTC 9. No regime hídrico de 125%, as variedades CTC 17 e CTC 18 também não apresentaram diferença, entretanto, a variedade RB 96 6928 mostrou um TAH 11% maior do que o da variedade CTC 9.

Em estudo realizado por Veríssimo et al. (2012), em nove locais, no Rio Grande do Sul, em cultivo de cana-planta, soca 1 e soca 2, no total de 18 ambientes, observaram que o genótipo RB 96 6928 se destacou pela riqueza e produtividade de Brix, estabilidade moderada e ampla adaptabilidade. No presente estudo, a variedade RB 96 6928 mostrou melhor desempenho agrônômico quanto ao comprimento e diâmetro de colmo e, apesar de seu menor número de perfilhos-colmos em relação às demais variedades, destacou em produtividade de colmo (TCH) e de açúcar (TAH).

6. CONCLUSÕES

A variedade RB 96 6928 apresentou o maior comprimento de colmo no final do ciclo em relação às demais variedades, bem como maior diâmetro de colmo com incrementos de irrigação até 125%.

O comprimento e o diâmetro do colmo aumentaram linearmente com o incremento da oferta de água em todas as fases de desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar.

As variedades CTC 9, CTC 18 e RB 96 6928 tiveram maior diâmetro de colmo do que a CTC 17.

Não houve aumento no número de perfilhos-colmos com o incremento de zero para 125% de irrigação nas fases iniciais da cana-de-açúcar, assim como as variedades não apresentaram incremento em função da irrigação no final do ciclo, aos 352 DAP.

As variedades CTC 9 e RB 96 6928 apresentaram comportamento similar em relação ao perfilhamento aos 129 e 191 DAP, porém a RB 96 6928 apresentou maior número de perfilhos-colmos quando irrigada.

A variedade RB 96 6928 apresentou o maior comprimento de colmo e o menor número de perfilhos-colmos, na época da colheita, em relação às demais variedades estudadas.

Houve influência mútua entre diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar e regime hídrico empregado sobre a produtividade de colmos por hectare (TCH) e de açúcar (TAH).

A produtividade de colmos por hectare (TCH) das variedades CTC 17 e CTC 18 foram, respectivamente, 23,4 e 21,8% menores do que a da variedade CTC 9 com o

emprego do regime hídrico de 75%, assim como 20,2 e 23,2% com uso do regime hídrico de 125%.

A produtividade de colmos por hectare (TCH) das variedades CTC 17 e CTC 18 foram no mínimo 20% menores do que a verificada na variedade CTC 9, que foi 10,3 e 12,9% inferior a variedade RB 96 6928 (regime hídrico de 75 e 125%).

A variedade RB 96 6928 mostrou um TAH 11% maior do que o da variedade CTC 9.

A produtividade de colmos por hectare (TCH) máxima para as variedades CTC 17, CTC 18, CTC 9 e RB 96 6928 foi estimada, respectivamente, com os regimes hídricos de 125, 93, 117 e 125%.

A produtividade máxima de açúcar (TAH) máxima das variedades CTC 9, CTC 18, RB 96 6928 foi estimada com os regimes hídricos de 122, 91 e 125%, respectivamente.

A RB 96 6928 foi a variedade que mais respondeu em produtividade de colmos (TCH) com emprego do regime hídrico de 125% e 75%, em relação aos demais regimes hídricos (0, 25 e 50%).

O regime de sequeiro proporcionou menor comprimento e diâmetro de colmo, bem como produtividade de colmos (TCH) e de açúcar (TAH) comparado à reposição hídrica de 75 e 125%, independentemente da variedade.

O regime hídrico não influenciou a quantidade de açúcar total recuperável (ATR) das diferentes variedades precoces de cana-de-açúcar.

As variedades CTC 9 e RB 96 6928 produziram maior quantidade de açúcar total recuperável (ATR) do que a CTC 17 e a CTC 18.

As variedades CTC 17 e CTC 18 responderam semelhantemente em produtividade de colmos (TCH), de açúcar (TAH) e de açúcar total recuperável (ATR).

A variedade CTC 9 não diferiu da variedade RB 96 6928 em relação a quantidade total de açúcar recuperável (ATR) e produtividade de colmos por hectare (TCH), nos regimes hídricos (RH) de 0, 25 e 50%, e quanto a produtividade de açúcar por hectare (TAH), nos RH de 0, 25, 50 e 75%.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Irrigação e demanda de água no Brasil. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. 7p. 2009. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>>. Acesso em: 27 out 2013.

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

ALONSO, O. Raio x dos canaviais: Censo revela variedades mais cultivadas. **Revista Canavieiros**, Sertãozinho, ed. 39. Ano IV. p.20-21, 2009.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; BASTOS, E. A.; RIBEIRO, V. Q.; DUARTE, J. A. L.; BRAGA, D. L.; NOLETO, D. H. Níveis de água, nitrogênio e potássio por gotejamento subsuperficial em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.1, p.76-84, 2012.

AZEVEDO, H. M. de. Resposta da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e de adubação de cobertura nos tabuleiros costeiros da Paraíba. 2002. 112p. **Tese** (Doutorado), Campina Grande: UFCG, Paraíba, 2002.

BARBOSA, E. A. A.; ARRUDA, F. B.; PIRES, R. C. M.; 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.

BARBOSA, F. S. Resistência à seca em cana-de-açúcar para diferentes níveis de disponibilidade hídrico no solo. 2010. 81p. **Dissertação** (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2010.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 625p.

BARROS, A. C.; COELHO, R. D.; MARIN, F. R.; POLZER, D. L.; NETTO, A. O. A. Utilização do modelo canegro para estimativa de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e não irrigada para as regiões de Gurupi – TO e Teresina – PI. **Irriga**, Botucatu, v.17, n.2, p.189-207, 2012.

BEZUIDENHOUT, C. N.; O’LEARY, G. J.; SINGELS, A.; BAJIC, V. B. A process based model to simulate changes in tiller density and light interception of sugarcane crops. **Agricultural Systems**. v.76, n.2, p.589-599, 2003.

CAMARGO, M. B. P.; ORTOLANI, A. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ROSA, S. M. Modelo agrometeorológico de estimativa de produtividade para laranja Valência. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.1, p.171-178, 1999.

CAMPOS, P. F.; ALVES, J. J.; SOARES, R. A. B.; RIBEIRO, P. H. P.; EVANGELISTA, A. W. P. Resposta da cultura da cana-de-açúcar a irrigação de salvamento e ao uso de palha na cobertura do solo na região do cerrado. **XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA**, 2012.

CARR, M. K. V.; KNOX, J. W. The water relations and irrigation requirements of sugarcane (*Saccharum officinarum*): A review. **Experimental Agriculture**, v.47, n.1, p.1-25, 2011.

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

CASTRO, P. R. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Fisiologia da cana-de-açúcar. In: MENDONÇA, A. F. Cigarrinhas da cana-de-açúcar: controle biológico. Maceió: **Insecta**, 2005, p.3-48.

CINTRA, J. E. V.; FERREIRA, G. H.; BRASIL, R. P. C. Viabilidade da irrigação suplementar na fase inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em regiões com déficit hídrico. **Nucleus**, Edição Especial, 2008.

CÓ JUNIOR, C.; MARQUES, M. O.; TASSO JUNIOR, L. C. Efeito residual de quatro aplicações anuais de lodo de esgoto e vinhaça na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v.28, n.1, p.196-203, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar**, segundo levantamento, ago/2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_05_09_11_59_boletim_cana-de-açucar_portugues_-_agosto_2012_2o_lev.pdf>. Acesso em: 16 out. 2012.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR - CPCA. Açúcar, Etanol do Estado de São Paulo - Consecana-de-açúcar -. **Manual de instruções**. 5.ed. Piracicaba, 2006. 112p.

COSTA, C. T. S. Crescimento, pigmentos fotossintéticos e produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), no quarto ciclo de cultivo. 2009. 51 p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2009.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 2003. 585p.

DALRI, A. B.; CRUZ, R. L. Produtividade da cana-de-açúcar fertirrigada com N e K via gotejamento subsuperficial. **Engenharia Agrícola**, v.28, p.516-524, 2008.

DALRI, A. B.; CRUZ, R. L.; GARCIA, C. J. B. Irrigação por gotejamento subsuperficial na produção e qualidade da cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, v.13, n.1, p.1-11, 2008.

DANTAS NETO, J.; FIGUEIRÊDO, J. L. C.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, H. M.; AZEVEDO, C. A. V. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e

adubação de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.283-288, 2006.

DEON, M. D.'I.; GOMES, T. M.; MELFI, A. J.; MONTES, C. R.; SILVA, E. Produtividade e qualidade da cana-de-açúcar irrigada com efluente de estação de tratamento de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.10, p.1149-1156, 2010.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e etanol – tecnologia e perspectivas**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda., 2010. p.25-49.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**, Estudos FAO Irrigação e Drenagem . Série n.33, p.42-53, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. 3.ed. Rio de Janeiro, RJ, 2013. 353p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Cana-de-açúcar. **Variedades**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_42_1110200717570.html>. Acesso em: 05 fev. 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Balanço energético nacional: Ano base 2011, EPE: Brasília, 2012. 282p. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20120104_1.pdf>. Acesso em: 23 out. 2013.

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

FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; AZEVEDO, H. M.; DANTAS NETO, J. Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.4, p.356-362, 2008b.

FARIAS, C. H. de A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; DANTAS NETO, J. Qualidade industrial de cana-de-açúcar sob irrigação e adubação com zinco, em Tabuleiro Costeiro paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.4, p.419-428, 2009.

FARIAS. C. H. A., Otimização do uso da Água e do Zinco na Cana-de-açúcar em Tabuleiro Costeiro Paraibano. 2006. 142p. **Tese** (Doutorado Temático em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

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

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

GONÇALVES, E. R. Fotossíntese, osmorregulação e crescimento inicial de quatro variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. 2008. 66p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2008.

GONÇALVES, W. G. Alterações estruturais do solo no desenvolvimento da cana-de-açúcar no município de Rio Verde, Goiás. 2012. 53p.. **Dissertação** (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias. 2012.

GOUVÊA, J. R. F. Mudanças climáticas e a expectativa de seus impactos na cultura da cana-de-açúcar na região de Piracicaba, SP. 2008. 98p. **Dissertação** (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

GOUVEIA NETO, C. G. Rendimento agroindustrial da cana-de-açúcar sob suplementação hídrica e parcelamento de nitrogênio. 145p. 2012. **Tese** (Doutorado). Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande, PB, 2012.

HOLANDA, J.S.; AMORIM, J.R.A. **Qualidade da água para irrigação. In: Simpósio Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada**. 5, Campina Grande: UFPB, p.137-169. 1997.

INMAN-BAMBER, N. G.; BONNETT, G. D.; SPILLMAN, M. F.; HEWITT, M. L.; JINGSHENG X. Source–sink differences in genotypes and water regimes influencing sucrose accumulation in sugarcane stalks. **Crop and Pasture Science**, v.60, n.4, p.316-327, 2009.

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

INMAN-BAMBER, N.G. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. **Field Crops research**. Australia, v. 89, p. 107-122, 2004.

INMAN-BAMBER, N. G.; MUCHOW, R. C.; ROBERTSON, M. J. Dry partitioning of sugarcane in Australia and South Africa. **Field Crops Research**, v.76, p.71-84, 2002.

KARATAS, B.S.; AKKUZU, E.; UNAL, H.B.; ASIK, S.; AVCI, M. Using Satellite remote sensing to asses irrigation performance in water user Associations in the Lower Gediz Basin, Turkey. **Agricultural Water Management**, v.96, p.982-990, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, SP: Rima, 2004. 531 p.

LEAL, R.M.P.; FIRME, L.P.; MONTES, C.R.; MELFI, A.J.; PIEDADE, S.M. de S. Soil exchangeable cations, sugarcane production and nutrient uptake after wastewater irrigation. **Scientia Agricola**, v.66, p.242-249, 2009.

LISSON, S. N.; INMAN-BAMBER, N. G.; ROBERTSON, M. J.; KEATING, B. A. The historical and future contribution of crop physiology and modeling research to sugarcane production systems. **Field Crops Research**, Cambridge, v.92, p.321-336, 2005.

LÓPEZ-MATA, E.; TARJUELLO, J. M.; JUAN, J. A. de; BALLESTEROS, R.; DOMÍNGUEZ, A. Effect of irrigation uniformity on the profitability of crops. **Agricultural Water Management**, v.98, p.190-198, 2010.

MAGRO, F. J. TAKAO, CAMARGO, G. P. E. TAKAMATSU, S. Y. **Biometria em cana-de-açúcar**. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Produção de Cana-de-açúcar. 2011, 18p.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação - Princípios e Métodos**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. 355 p.

MARCUZZO, F. F. N. Sistemas de otimização hidráulica e econômica de rede de irrigação localizada usando algoritmos genéticos. 2008, 361f. **Tese** (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2008.

MASCHIO, R. Produtividade da água em biomassa e energia para 24 variedades de cana-de-açúcar. 87p. 2011. **Dissertação** (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

MELO, L. J. O. T.; OLIVEIRA, F. J.; BASTOS, G. Q.; ANUNCIÇÃO FILHO, C. J.; REIS, O. V. Desempenho agroindustrial de variedades de cana-de-açúcar na zona da mata litoral sul de Pernambuco. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.684-691, 2009.

MORAES, M. F.; BASTOS, G. Q.; ANUNCIÇÃO, C. J. F.; MELO L. J. O. T.; REIS, O. V. Avaliação agroindustrial e parâmetros genéticos de progênies de cana-de-açúcar inicial los fase na zona canavieira do Litoral Norte de Pernambuco. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.5, p.1.086-1.092, 2010.

MOURA, M. V. P. S.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, C. A. V.; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, H. M.; PORDEUS, R. M. Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.4, p.753-760, 2005.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; ZUFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; SILVA, D. K. T. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná: Taxas de crescimento. **Scientia Agrária**, v.6, n.1-2, p.85-89, 2005.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; ZUFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; SILVA, D. K. T. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.2, p.71-76, 2007.

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

OLIVEIRA, F. E.; COLOMBO, A.; FARIA, L. C. Modelagem dos efeitos do vento sobre as dimensões do alcance do jato de um canhão hidráulico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, suplemento, p.818-824, 2009.

OLIVEIRA, E. L. de; ANDRADE, L. A. de B.; FARIA, M. A. de; EVANGELISTA, A. W. P.; MORAIS, A. R. de. Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada e não irrigada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1398-1403, 2009.

OLIVEIRA, E. C. A.; OLIVEIRA, R. I.; ANDRADE, B. M. T.; FREIRE, F. J.; LIRA JÚNIOR, M. A.; MACHADO, P. R. 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, p.951-960, 2010.

ROBERTSON, M. J.; WOOD, A. W.; MUCHOW, R. C. Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia: I. radiation use, biomass accumulation and partitioning. **Field Crops Research**, v.48, p.11-25, 1996.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Vaza relatório da ONU que culpa ação humana pelo aquecimento global.** Disponível em: <<http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/geral/planeta-ciencia/noticia/2013/08/vaza-relatorio-da-onu-que-culpa-acao-humana-pelo-aquecimento-global-4241581.html>>. Acesso em: 18 dez 2013.

SAGOO, A. G.; KHAN, E. A.; HIMYATULLAH, H; KHAN, M. A.; AHMAD, H. K. Morphological response of autumn planted sugarcane to available soil moisture depletion and planting geometry on different soils under arid conditions. **Sarhad Journal of Agriculture**, v.26, n.2, p.187-194, 2010.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; BRAGA, J. C.; GERVÁCIO, G. G. Coeficiente de cultura e análise do rendimento do feijoeiro sob regime de irrigação. **Irriga**, v.13, n.1, p.92-112, 2008.

SANTOS, C.; LORITE, I. J.; TASUMI, M.; ALLEN, R. G.; FERERES, E. Performance of an irrigation scheme using indicators determined with remote sensing techniques. **Irrigation Science**, v.28, p.461-477, 2010.

SILVA, M. A.; ARANTES, M. T.; RHEIN, A. F. L.; GAVA, G. J. C.; KOLLN, O. T. 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.

SILVA, M. A.; JIFON, J. L.; SILVA, J. A. G.; SHARMA, V. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, p.193-201, 2007a.

SILVA, M. A.; GAVA, G. J. C.; CAPUTO, M. M.; PINCELLI, R. P.; JERÔNIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S. Uso de reguladores de crescimento como potencializadores do perfilhamento e da produtividade em cana-soca. **Bragantia**, v.66, p. 545-552, 2007b.

SILVA, M. A.; SILVA, J. A. G.; ENCISO, J.; SHARMA, V.; JIFON, J. Yield components as indicators of drought tolerance of sugarcane. **Scientia Agrícola**, v.65, p.620-627, 2008.

SILVA, T. G. F.; MOURA, M. S. B.; ZOLNIER, S.; CARMO, J. F. A.; SOUZA, L. S. B. Biometria da parte aérea da cana-de-açúcar soca irrigada no Submédio do Vale do São Francisco. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.3, p.500-509, 2012.

SINGH, P. N.; SHUKLA, S. K.; BHATNAGAR, V. K. Optimizing soil moisture regime to increase water use efficiency of sugarcane (*Saccharum spp.* hybrid complex) in subtropical India. **Agricultural Water Management**, v.90, p.95-100, 2007.

SILVA, M. de A. Interação genótipo x ambiente e estabilidade fenotípica de cana-de-açúcar em ciclo de cana de ano. **Bragantia**, v.67, n.1, p.109-117, 2008.

SMIT, M. A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, v.98, p.91-97, 2006.

SOARES, R. A. B.; OLIVEIRA, P. F. M.; CARDOSO, H. R.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. H.; ROSENFELD, V. Efeito da irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade de duas variedades de cana-de-açúcar colhida em início de safra. **STAB: Açúcar, Etanol e Subprodutos**, v.22, p.38-41, 2004.

SOUZA, P. H. N. I.; BASTOS, G. Q.; ANUNCIÇÃO, C. J. F.; DUTRA, J. A. F.; MACHADO, P. R. Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para início de safra na microrregião Centro de Pernambuco. **Revista Ceres**. v.59, n.5, p. 677-683, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.

TAKEI, K.; TAKAHASHI, T.; SUGIYAMA, T.; YAMAYA, T.; SAKAKIBARA, H. Multiple routes communicating nitrogen availability from roots to shoots: a signal transduction pathway mediated by cytokinin. **Journal of Experimental Botany**, v.53, p.971-977, 2002.

TURCO, J. E. P., RIZZATTI, G. S., PAVANI, L. C. Custo de energia elétrica em cultura do feijoeiro irrigado por pivô central, afetado pelo manejo da irrigação e sistemas de cultivo, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.29, n.2, p.311-320, 2009.

TASSO JÚNIOR, L. C. Caracterização agrotecnológica de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região centro-norte do Estado de São Paulo. 2007. 167 f. **Tese** (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

UNICA - União da indústria de cana-de-açúcar. **Dimensão da cana-de-açúcar no Brasil e no mundo**. Disponível em: < <http://www.unica.com.br/FAQ/>>. Acesso em: 17 nov 2010.

UNICA - **União da indústria de cana-de-açúcar. Agência ambiental dos EUA reconhece o etanol como biocombustível avançado**. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/201671192039673243/agencia-ambiental-dos-eua-reconhece-etanol-de-cana-como-biocombustivel-avancado/>> Acesso em: 05 fev 2014.

VERISSIMO, M. A. A.; SILVA, S. D. DOS A.; AIRES, R. F.; DAROS, E.; PANZIERA, W. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos precoces de cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.4, p.561-568, abr. 2012.

VIEIRA, G. H. S.; MANTOVANI, E. C. SEDIYAMA, G. C. COSTA, E. L.; DELAZARI, F. T. Produtividade de colmos e rendimento de açúcares da cana-de-açúcar em função de lâminas de água. **Irriga**, Botucatu, v.17, n.2, p.234-244, 2012.

VIEIRA, G. H. S. Uso racional da água na cultura da cana-de-açúcar irrigada no Norte de Minas Gerais. Universidade Federal de Viçosa, junho de 2012.

WIEDENFELD, B.; ENCISO, J. Sugarcane responses to irrigation and nitrogen in semiarid south Texas. **Agronomy Journal**, v.100, p.665-671, 2008.