

PATRICK FRANCINO CAMPOS

**VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS
À IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR NO CERRADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador:

Prof. Dr. José Alves Júnior

Co-Orientador:

Prof. Dr. Derblai Casaroli

Goiânia, GO - Brasil

2013

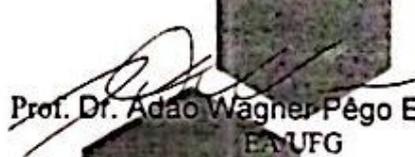
**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
GBT/BC/UFG**

C198v	<p>Campos, Patrick Francino. Variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no Cerrado [manuscrito] / Patrick Francino Campos. - 2013. 67 f. : figs, tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. José Alves Júnior; Co-orientador: Derblai Casaroli Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2013. Bibliografia. Inclui lista de tabelas e figuras.</p> <p>1. Cana-de-açúcar – Variedades - Cerrado. 2. Cana-de-açúcar – Irrigação – Manejo - Cerrado. I. Título.</p> <p>CDU: 633.61(213.54)</p>
--------------	---

PATRICK FRANCINO CAMPOS

TÍTULO: "Variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no cerrado".

Dissertação DEFENDIDA em 14 de março de 2013, e APROVADA pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Prof. Dr. Adão Wagner Pêgo Evangelista
EA/UFMG



Prof. Dr. Derblay Casaroli
EA/UFMG



Prof. Dr. Tony José Araújo da Silva
UFMT - Rondonópolis/MT



Prof. Dr. José Alves Júnior
Presidente Orientador - EA/UFMG

UFMG

Goiânia - Goiás
Brasil

**Ao meu filho Patrick,
À minha esposa Joice,
Ao meu pai Wilber,
Aos meus avós maternos e paternos
DEDICO**

**À toda minha família.?
OFEREÇO**

AGRADECIMENTOS

A minha família pela compreensão nos momentos difíceis e importantes nas minhas escolhas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) da Universidade Federal de Goiás (UFG), pela oportunidade de realização do mestrado.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela concessão da bolsa de estudos.

A Usina Jalles Machado, em especial ao Gerente Corporativo M.Sc. Engenheiro Agrônomo Rogério Augusto Bremm Soares, que sempre me incentivou e apoiou nos estudos, e auxiliou na condução dos trabalhos com qualidade e recursos necessários.

Ao Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Usina Jalles Machado, representado pela Engenheira Agrônoma Patrícia Rezende Fontoura pelo apoio incondicional aos trabalhos.

Ao Diretor do Centro de Cana do Instituto Agronômico de Campinas o Engenheiro Agrônomo Doutor Marcos Guimarães de Andrade Landell que tanto contribuiu para este trabalho.

A todos professores do programa do PPGA e do NUCLIRH pelos ensinamentos transmitidos e experiências trocadas durante todo o período de estudos.

Ao meu orientador Professor Doutor José Alves Júnior pela amizade, ajuda e contribuições científicas essenciais para conclusão deste trabalho.

A todos os pós-graduandos com quem estive durante o período de estudos na Escola de Agronomia da UFG, pela amizade e troca de experiências.

SUMÁRIO

	LISTA DE TABELAS	7
	LISTA DE FIGURAS	8
	RESUMO	10
	ABSTRACT	11
1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR	14
2.2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL.....	15
2.3	HISTÓRICO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO DO CERRADO.....	17
2.4	VARIETADES DE CANA-DE-AÇÚCAR PLANTADAS NO CERRADO..	19
2.3	IRRIGAÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR E DÉFICIT HÍDRICO NO CERRADO.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	23
3.1.1	Local e clima	23
3.1.2	Caracterização química e físico-hídrica do solo	23
3.1.3	Preparo e correção do solo	26
3.1.4	Plantio do experimento	27
3.1.5	Manejo da irrigação	28
3.1.6	Tratos culturais	33
3.2	CARACTERIZAÇÃO DAS VARIEDADES	34
3.3	AVALIAÇÕES EXPERIMENTAIS	37
3.3.1	Número de perfilhos por metro	37
3.3.2	Comprimento de colmos	37
3.3.3	Diâmetro médio de colmos	37
3.3.4	Massa de 10 colmos	38
3.3.5	Colheita do experimento	38
3.4	ANÁLISES TECNOLÓGICAS	39
3.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1	COMPRIMENTO DE COLMOS/PLANTAS	41
4.2	NÚMERO DE COLMOS POR METRO.....	44
4.3	MASSA DE 10 COLMOS E DIÂMETRO DE COLMOS.....	47
4.4	PRODUTIVIDADE ESPERADA.....	48
4.5	PRODUTIVIDADE REAL.....	49
4.6	QUALIDADE DA CANA	52
4.7	CORRELAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS DE PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR	53

5	CONCLUSÃO	54
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Posição do Brasil no ranking mundial da produção e exportação agrícola em 2011.....	16
Tabela 2.	Caracterização química do solo da área experimental.....	24
Tabela 3.	Características físico-hídricas do solo da área experimental.....	25
Tabela 4.	Relação de variedades de cana-de-açúcar utilizadas no experimento....	28
Tabela 5.	Estádios de desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar utilizadas para o manejo de irrigação, duração de cada fase em dias para cana de início e final de safra, Kc (Coeficiente da cultura), f (fator de disponibilidade de água no solo) e ETo (evapotranspiração de referência).....	29
Tabela 6.	Informações agronômicas das variedades utilizadas no experimento segundo instituições de pesquisas.....	34
Tabela 7.	Comprimento de colmos/plantas (m). O comprimento nos períodos de 113, 145 e 174 DAP é referente ao dossel foliar, para o período de 203 DAP é referente à primeira dewlep visível e, para o período 285 considerou-se a comprimento de 10 colmos e índice relativo (IR) comparados à média geral.....	43
Tabela 8.	Número de colmos/perfilhos por metro e resultados expressos em índice relativo ($IR_{N^{\circ} \text{ de colmos}}$) comparados à média geral.....	46
Tabela 9.	Massa de 10 colmos (kg) e diâmetro médio de colmos (mm) aos 203 DAP.....	47
Tabela 10.	Resultados de produtividade e análise tecnológica da cana-de-açúcar no momento da colheita aos 396 DAP.....	51
Tabela 11.	Coefficientes de correlação simples entre as variáveis: produtividade ($t \text{ ha}^{-1}$), comprimento de colmos, massa de 10 canas, número de colmos/perfilhos por metro e diâmetro de colmos.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa da distribuição e ocupação de cana-de-açúcar no Brasil realizado pelo CANASAT (dados referentes até o ano de 2007). Fonte: CANASAT/INPE.....	17
Figura 2.	Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar para o Estado de Goiás...	18
Figura 3.	A) Imagem aérea do experimento (16/02/2012), B) Detalhe da área aos 120 dias do plantio (29/08/2012).....	23
Figura 4.	Procedimento para retirada de amostra indeformada segundo Camargo (2009). A) Amostrador de Uhland (detalhe martetele), B) Amostrador de Uhland (detalhe cilindro), C) Amostrador de Uhland (detalhe anel), D) Determinação da Taxa de Infiltração de água no solo pelo método anel duplo concêntrico.....	25
Figura 5.	Taxa de infiltração (mm h^{-1}) e infiltração acumulada (mm) na área do experimento.....	26
Figura 6.	Croqui do experimento com 16 variedades de cana (tratamentos), quatro blocos cada e 64 parcelas.....	28
Figura 7.	Estação meteorológica Automática do INMET localizada na Usina Jalles Machado, Goianésia - GO.....	30
Figura 8.	Teor de água no solo, limites superior (CC) e inferior (PM) de armazenamento de água, teor de água no solo de segurança, irrigações realizadas durante o ciclo da cultura e precipitações no período do experimento.....	32
Figura 9.	A) Aspensor tipo Spray Senninger LDN® com 3 defletores, regulador de pressão marca Senninger 20 psi modelo Pressure Master® Medium Flow B) Trator rebocando barra irrigadora com Carretel Irrigador, C) Barra irrigadora em operação, D) Barra irrigadora sendo preparada para irrigar cana alta.....	33
Figura 10.	Levantamento biométrico do experimento. A) Contagem de perfilhos, instrumento contador; B) Medição de comprimento médio do colmo com fita métrica C) Medição do diâmetro médio do colmo, paquímetro universal e; D) Pesagem de 10 canas, balança suspensa digital tipo gancho.....	38
Figura 11.	Colheita de colmos do experimento. A) Colhedora de cana com esteira rodante marca John Deere modelo 3510; B) Caminhão transbordo com rodado de alta flutuação; C) Célula de carga do caminhão transbordo com o visor posicionado dentro da cabine e; D) Colheita da linha de cana no experimento.....	39

Figura 12.	Evolução do número de colmos/perfilhos por metro de variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar.....	45
Figura 13.	Massa de 10 colmos (kg) e diâmetro médio de colmos (mm) aos 203 DAP.....	48

RESUMO

CAMPOS, P. F. **Variedades cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no Cerrado**. 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2013¹.

A cadeia produtiva da cana-de-açúcar tem grande importância no cenário socioeconômico brasileiro. Pois contribui de forma expressiva para o Produto Interno Bruto (PIB) nacional. É uma fonte de energia renovável, gera divisas com a exportação de açúcar e etanol, além de ser uma atividade de criação de empregos. Entretanto, há uma carência de informações que relacionam diferentes variedades de cana e lâminas de irrigação, sobretudo, no Cerrado Goiano. Assim, pode-se garantir a máxima eficiência produtiva e econômica desta cultura. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de dezesseis variedades comerciais de cana-de-açúcar submetida à irrigação suplementar na região do Cerrado. O experimento foi conduzido no município de Goianésia-GO, em uma área de plantio de cana-de-açúcar irrigada da Usina Jalles Machado, em um Latossolo Vermelho Argiloso, no período de abril de 2011 a maio de 2012. O delineamento experimental utilizados foi o de blocos ao acaso, sendo os tratamentos constituídos por 16 variedades: CTC2, CTC4, CTC9, CTC11, CTC15, CTC18, IAC87-3396, IAC91-1099, IACSP94-3046, IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP95-5000, RB857515, RB92579, RB966928 e SP86-0042. Aplicou-se uma lâmina de irrigação correspondente à 50% da necessidade hídrica da cultura. As irrigações foram realizadas por meio de barra irrigadora. Avaliou-se o número de perfilhos por metro, comprimento de colmos, diâmetro médio de colmos, massa de 10 colmos e parâmetros tecnológicos da matéria-prima. Os resultados mostraram diferenças significativas entre as variedades em relação a número de perfilhos por metro, comprimento da cana, diâmetro médio do colmo, produtividade e qualidade da produção. Para as 16 variedades avaliadas, as variedades que mais se destacaram em produtividade, foram CTC15 e IAC91-1099. A variedade que se destacou em TPH foi a variedade CTC9. A variedade CTC18 obteve resultados inferiores em produtividade, TPH e número de perfilhos. Pode-se concluir que a variedade CTC9 é um material adequado para cultivo em irrigação suplementar (50%) na região do Vale do São Patrício por apresentar um bom desempenho produtivo e tecnológico.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*, variedades de cana-de-açúcar, déficit hídrico, manejo da irrigação.

¹ Orientador: Prof. Dr. José Alves Júnior. EA-UFG.
Co-Orientador: Prof. Dr. Derblai Casaroli. EA-UFG.

ABSTRACT

CAMPOS, P. F. **Varieties cane sugar subjected to supplementary irrigation in the Cerrado**. 2013. 67 f. Dissertation (Master in Agronomy: Crop Production) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013¹.

The production chain of sugar cane has great importance in Brazilian socio-economic scenario. It contributes significantly to the gross domestic product (GDP). Is a renewable energy source, generates a currency with the export of sugar and ethanol, as well as being an activity of creating jobs. However, there is a lack of information relating different cane varieties and irrigation, especially in the Cerrado. So, you can ensure maximum productive and economic efficiency of this culture. The objective of this study was to evaluate the performance of sixteen commercial varieties of sugar cane under supplementary irrigation in the region of the Cerrado. The experiment was conducted in the region of Goianésia-GO, Brazil in an area of sugarcane irrigated, in a Clay Red Latosol, of april 2011 to may 2012. The experimental design used was randomized blocks, with 16 varieties (treatments): CTC2, CTC4, CTC9, CTC11, CTC15, CTC18, IAC87-3396, IAC91-1099, IACSP94-3046, IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP95-5000, RB857515, RB92579, RB966928 and SP86-0042. It was irrigated 50% of the water crop requeriment. The irrigation were performed by Line bar sprinkler system. It was evaluated the number of tillers per meter, length of stalk, average diameter of culms, 10 stalks and technological parameters of the raw material. The results showed significant differences between varieties in relation to number of tillers per meter, length of cane, medium diameter culm, productivity and quality of production. For the 16 varieties evaluated, the most outstanding varieties in productivity, were CTC15 and IAC91-1099. The variety that was excelled in TPH was the variety CTC9. The variety CTC18 obtained results with lower productivity, TPH and number of tillers. It can be concluded that the CTC9 is a suitable material for supplementary irrigation cultivation (50%) in the region of Vale do São Patrício (Goiás State of Brazil) for presenting a high productivity and technological performance.

Key words: *Saccharum officinarum*, varieties of sugar cane, water stress, irrigation management.

¹ Adviser: Prof. Dr. José Alves Júnior. EA-UFG.
Co-Adviser: Prof. Dr. Derblai Casaroli. EA-UFG.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é considerada a cultura agrícola produzida em maior quantidade no mundo. Mais de um bilhão de toneladas desta cultura são colhidos a cada ano. Excede o nível de produção das culturas de grãos como trigo, arroz e milho, com produção de 600 milhões de toneladas, de cada, por ano (Conab, 2012). A cana é a fonte responsável pela maior parte do açúcar produzido no mundo (70% do suprimento mundial), superando a beterraba como fonte de açúcar. Ainda é utilizada como fonte de energia. Por isso, o cultivo de cana-de-açúcar tem se expandido, sobretudo, em climas tropicais e subtropicais. Tendo em vista que os períodos de seca reduzem significativamente a produtividade de cana-de-açúcar, o desenvolvimento de variedades adaptadas a esta condição possivelmente será um fator determinante para o aumento da produção e ampliação de novas áreas de cultivo (Henry, 2010).

Há trinta anos, a Índia era o maior produtor de cana, contudo o Brasil é atualmente o país com a maior produção, com 23% da produção mundial. Para a safra 2012/2013 de cana-de-açúcar a área colhida destinada ao setor sucroalcooleiro no país está estimada em 8.520,5 milhões de ha. A produção brasileira concentra-se no Estado de São Paulo (maior produtor), com uma área plantada de 4.419,46 milhões ha (51,87%), seguido /por Goiás com 725,91 mil ha (8,52%) e Minas Gerais com 721,85 mil ha (8,47%) (Conab, 2012).

O Vale do São Patrício é uma importante região produtora de cana em Goiás, com destaque para Goianésia. Este município tem a segunda maior área plantada do Estado com 45,0 mil hectares, inferior apenas a Quirinópolis (58,5 mil ha) e Turvelândia (45,3 mil ha) (Canasat, 2013). Esses três municípios também apresentam as maiores produções, sendo Quirinópolis (4.121,7 mil toneladas), Turvelândia (3.380,0 mil toneladas) e Goianésia (3.279,1 mil toneladas) (Conab, 2011). A disponibilidade de água para a cana-de-açúcar pode ser considerada como o principal causador da variabilidade de produtividade, ciclo após ciclo da cultura. Assim, acredita-se que seja esse um dos limitantes para o aumento da produtividade na região do Vale do São Patrício. A região apresenta um déficit hídrico típico da região do Cerrado, causado pelos mais de cinco

meses de estiagem por ano (maio a setembro), tendo como consequência uma baixa produtividade, cerca de 70 t ha^{-1} , muito abaixo de outras importantes regiões brasileiras. A produtividade média brasileira estimada para safra 2012/2013 é de $69,84 \text{ t ha}^{-1}$, 4,2% maior que a safra 2011/12, que foi de $67,06 \text{ t ha}^{-1}$ (Conab, 2012).

Para obter rendimentos máximos em colmos, a cultura deve contar com uma umidade e temperaturas adequadas durante todo o período vegetativo, sendo o crescimento da cana diretamente proporcional a água transpirada. Há efetivamente uma relação linear entre a evapotranspiração da cana-de-açúcar e sua produtividade (Dalri, 2006). Os danos causados pelo estresse hídrico no crescimento foliar e produtividade da cana-de-açúcar dependem da intensidade e da duração do período de deficiência, da fase de desenvolvimento da cultura em que ocorre, e da variedade cultivada (Soares et al., 2004).

A irrigação é uma prática benéfica para agricultura, pois proporciona condições adequadas de umidade do solo durante o ciclo da cultura, desde que conduzida com técnica e sistema adequado. Aumentos na produtividade da cana-de-açúcar, quando irrigada, são observadas extensamente na literatura (Bernardo, 2006; Dandas Neto et al., 2006). Entretanto, este manejo não é comum para a cana-de-açúcar, por esta apresentar áreas extensivas de cultivo, requerendo elevados investimentos. O uso de variedades resistentes ou tolerantes é outra alternativa para lidar com a problemática associada ao déficit hídrico (Santos, 2005; Bernardo, 2006).

O Brasil tem potencial de irrigar 29,5 milhões de hectares. Desses apenas 5,4 milhões são irrigados, representando apenas 18,3% das áreas aptas para agricultura irrigada (Cristofidis, 2006; Ana, 2012). A utilização racional da irrigação no sistema produtivo da cana-de-açúcar e o conhecimento do comportamento das variedades sob esta tecnologia são muito importantes para manter-se o crescimento da produção e produtividade de forma sustentável. Desta forma pode-se planejar a implantação das variedades para potencializar as condições de crescimento da cultura e consequente retorno econômico. Assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho de 16 variedades comerciais de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar na região do Vale do São Patrício em Goiás.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Embora existam divergências em relação ao local de origem da cultura da cana-de-açúcar, acredita-se que a cana-de-açúcar seja nativa do sudeste da Ásia (Mukherjee, 1957). A cana-de-açúcar pertence ao gênero *Saccharum* (referência em latim ao açúcar), e foi descrita taxonomicamente pela primeira vez por Linnaeus em 1753. Atualmente, a organização taxonômica mais utilizada ou aceita descreve a cana-de-açúcar como membro da família Poaceae, sub-família Panicoideae, tribo Andropogoneae; Subtribo Saccharinae, grupo Saccharastrae e gênero *Saccharum*. Ao gênero *Saccharum* incluem-se seis espécies: *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. robustum*, *S. sinense*, *S. barberi* e *S. edule*. As atuais variedades de cana-de-açúcar são híbridos originados de cruzamentos interespecíficos, feitos no início do século XX, envolvendo principalmente plantas de *S. officinarum* e *S. spontaneum* (Mozambani, 2006). Espécies de cana-de-açúcar são perenes na sua forma natural e semi-perenes na forma cultivada, pois exigem replantios após algumas colheitas, dependendo do manejo utilizado para o cultivo (Ferrari, 2010).

A parte aérea da planta é formada por colmos (com exceção de algumas plantas de *S. spontaneum*), folhas e inflorescências. A parte subterrânea é formada por raízes e rizomas. Os colmos são cilíndricos e formados por sucessivos internódios (ou “entrenós”) ligados entre si pelos internódios (ou “nós”). Cada internódio possui uma gema axilar que se dispõe de maneira alternada entre cada internódio. Estas gemas axilares são utilizadas no cultivo extensivo para propagação das plantas, e por isso a cana-de-açúcar é frequentemente descrita como uma cultura de propagação vegetativa. Apenas na natureza ou para fins de melhoramento genético a cana-de-açúcar é propagada por semente (Ferrari, 2010).

A cana-de-açúcar é cultivada numa extensa área territorial, compreendida entre os paralelos 35° de latitude Norte e Sul do Equador, apresentando melhor comportamento nas regiões quentes (Ferrari, 2010). O clima ideal é aquele que apresenta duas estações distintas, uma quente e úmida, para proporcionar a germinação, perfilhamento e

desenvolvimento vegetativo, seguido de outra fria e seca, para promover a maturação e conseqüente acúmulo de sacarose nos colmos. Solos profundos, pesados, bem estruturados, férteis e com boa capacidade de retenção são os ideais para a cana-de-açúcar que, devido a sua rusticidade, se desenvolve satisfatoriamente em solos arenosos e menos férteis, como os de cerrado.

A cana-de-açúcar está diretamente ligada à história brasileira. Desde o século XVI, quando terras foram descobertas por espanhóis e portugueses, o açúcar já começava a ser produzido e a cultura desenvolveu-se no nordeste do país por meio de engenhos, que possibilitou a exportação do produto para a Europa, embora em pequena escala.

A produção mundial de cana-de-açúcar é de aproximadamente 1,8 bilhões de toneladas cultivada em 25 milhões de hectares (Faostat, 2013). Os principais países produtores atualmente são: Brasil, Índia e China (Neves, 2010). A produção brasileira equivale a 32,4% da produção mundial, chegando a 1,3 bilhões de toneladas. Na sequência, aparecem a Índia, com 20,6% de participação, a e China, com 7,4%.

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

A cadeia econômica da cana-de-açúcar movimentou no ano de 2007 R\$ 44,5 bilhões na economia brasileira (Cna, 2012). Deste total, o processamento industrial gerou R\$ 19,33 bilhões, o segmento primário (produção da cana-de-açúcar no campo) R\$ 11,43 bilhões e o segmento terciário (transporte, comercialização, etc.) R\$ 12,3 bilhões.

A crescente utilização de biocombustíveis, pelo Brasil e por outros países importadores do etanol brasileiro, tem impulsionado a produção de açúcar e álcool. O Brasil destaca-se neste cenário agrícola mundial. De 2001 a 2009, sua participação brasileira na produção canavieira mundial saltou de 4,7% a 7,3% (Mapa, 2011).

Os três principais setores agrícolas do Brasil obtiveram um montante exportado em 2010 (complexo soja, complexo sucroenergético e carnes) de 68,6% do total exportado no país. O Brasil é o principal produtor e exportador de açúcar no mercado mundial, tendo como principal comprador a Rússia (Mapa, 2012) (Tabela 1). O complexo sucroenergético que ocupava a terceira posição nas exportações agrícolas em 2004 alcançou a segunda posição em 2010. Isto representa um crescimento de 339% no período acumulado. O complexo soja, no mesmo período, alcançou um aumento de apenas 70,4%.

A região Centro-Sul processou na safra 2012/2013 531,35 milhões de toneladas de cana-de-açúcar (dados referentes somente até o dia 31/12/12) (Unica, 2013), um crescimento de 7,74% em relação à safra anterior (493,15 milhões de toneladas). A matéria-prima produzida foi influenciada pelo clima mais chuvoso na safra 2012/2013, sendo que a quantidade ATR (Açúcares Totais Recuperáveis) por tonelada de cana fechou em 135,64 Kg, 1,39% abaixo da safra 2011/2012 (137,54 Kg).

Tabela 1. Posição do Brasil no ranking mundial da produção e exportação agrícola em 2011.

Principais Produtos	Produção	Exportação	Número de mercados	Principal Comprador
Açúcar	1º	1º	126	Rússia
Café	1º	1º	133	EUA
Suco de Laranja	1º	1º	68	Bélgica
Complexo Soja	2º	2º	95	China
Carne Bovina	2º	3º	135	Rússia
Álcool	2º	1º	34	EUA
Carne de Frango	3º	1º	145	Japão
Milho	4º	4º	48	Irã
Carne Suína	4º	4º	74	Rússia

A produção de etanol na região Centro-Sul referente à safra 2012/2013 somou 21,28 bilhões de litros, representando um aumento de 3,58% em relação à safra 2011/2012. A produção de açúcar alcançou 34,07 milhões de toneladas no mesmo período, um crescimento de 8,84% em relação à safra 2011/2012 (Unica, 2013). Já a venda de etanol na região Centro-Sul somou 16,84 bilhões de litros (7,06 bilhões de litros de etanol anidro e 9,78 bilhões de litros de etanol hidratado). Deste total 2,88 bilhões de litros destinaram-se às exportações (Unica, 2013).

As perspectivas para o setor sucroenergético são otimistas segundo as Projeções do Agronegócio Brasileiro 2011/2012 a 2021/2022 (Mapa, 2012). Neste período, espera-se uma taxa de crescimento anual de 2,4% na produção de açúcar, 3,2% nas exportações de açúcar e 1,2% no consumo interno. Além disso, ressalta-se que o uso de biomassa da cana poderá aumentar significativamente a gama de produtos e seu valor. Portanto, tecnologias como hidrólise de biomassa e gasificação de biomassa, são promissoras na produção de energia elétrica e combustíveis (Macedo, 2007).

2.3 HISTÓRICO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO DO CERRADO

A região do Cerrado possui 204,7 milhões de hectares, compreendendo dez Estados e mais o Distrito Federal (Sano et al., 2008). As atividades relacionadas a agricultura e pecuária ocupam cerca de 10% e 29% da área, respectivamente. Segundo Ribeiro (2009), se o crescimento da cultura da cana-de-açúcar ocorresse somente sobre áreas de pastagens do Cerrado, poderia chegar a 8,9 milhões de hectares, possibilitando um aumento de três vezes a área plantada até o ano de 2007 (Figura 1).

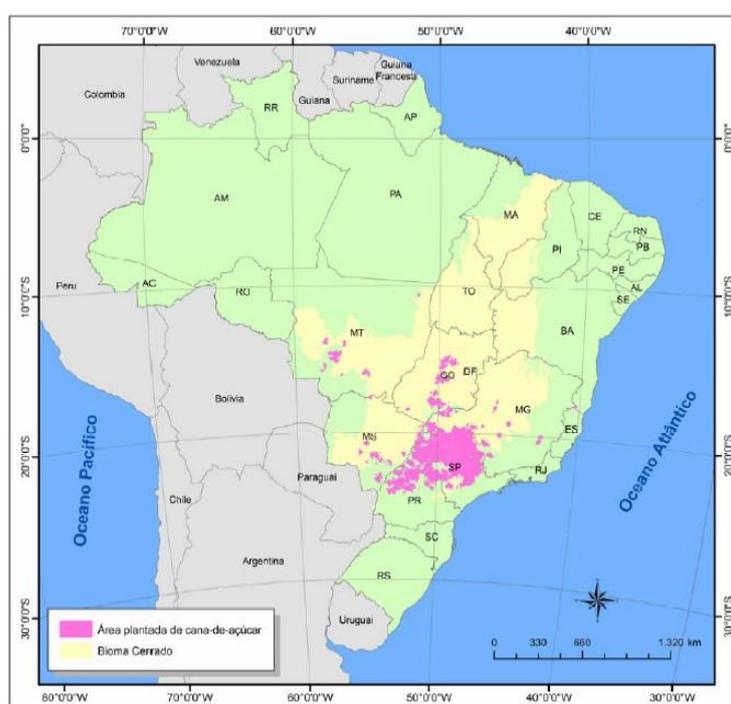


Figura 1. Mapa da distribuição e ocupação de cana-de-açúcar no Brasil e área de abrangência do Bioma Cerrado realizado pelo CANASAT (dados referentes até o ano de 2007). Fonte: CANASAT/INPE.

O bioma Cerrado está presente em 97% do território goiano (Sano et al, 2008). Segundo levantamento feito pela Embrapa Solos em 2009, 91% dos 12,6 milhões de hectares atualmente destinados à agricultura, agropecuária e pastagem são áreas classificadas como de aptidão média para a cultura da cana-de-açúcar no Estado de Goiás (Manzatto, 2009). A aptidão média é caracterizada pela aptidão pedológica e climática.

No Estado de Goiás predomina os solos das classes de aptidão preferencial e regular (Figura 2). A aptidão climática está restrita a duas classes: A e B. A classe A é denominada baixo risco. Infere-se que são áreas adequadas ao plantio de cana-de-açúcar

devido a temperatura média anual superior a 19 °C, probabilidade de geada menor que 20% e deficiência hídrica menor que 200 mm. Já o tipo B é considerado predominante no estado e também denominado baixo risco, contém as mesmas características de temperatura e geada que o tipo A. No entanto, a deficiência hídrica é um pouco mais severa situando-se entre 200 a 400 mm. Assim, nestas áreas é recomendado o manejo de irrigação de Salvamento.

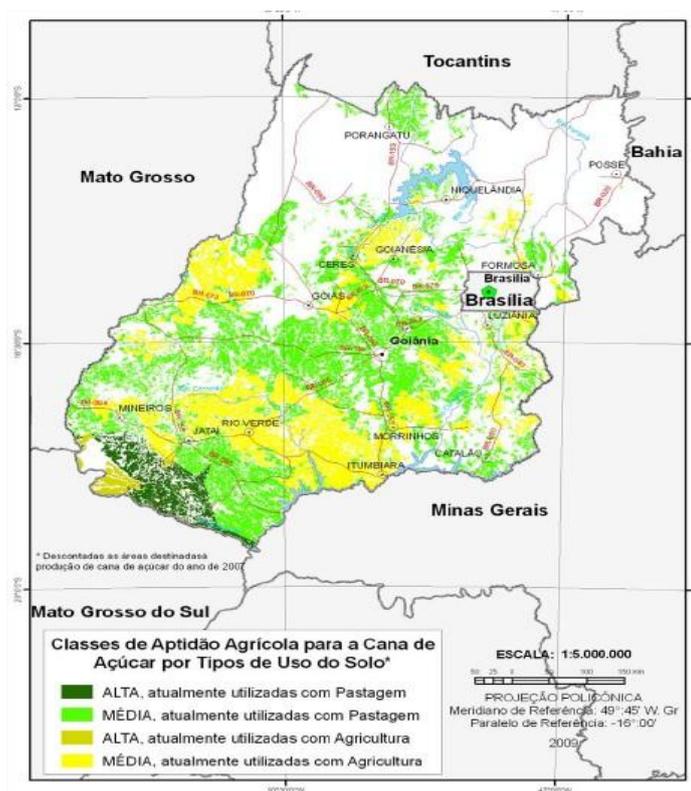


Figura 2. Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar para o Estado de Goiás.

Segundo Santos (1987), citado por Silva & Miziara (2011), desde de 1935 há cultivo de cana-de-açúcar no Estado de Goiás em cerca de 1400 engenhos artesanais. Na safra de 1940 houve uma produção de 166.833 toneladas números que foram crescendo a cada ano, chegando em 1984 a 3.644.836 toneladas de cana-de-açúcar. Na última safra de 2012/2013 em 840 mil hectares (CANASAT, 2013) foram produzidos 52 milhões de toneladas de açúcar. Assim, o Estado de Goiás é o segundo maior produtor brasileiro perdendo somente para o Estado de São Paulo (BRASILAGRO, 2013).

A expansão da cultura da cana-de-açúcar no Cerrado Goiano foi retratada mais recentemente por Silva & Miziara (2011) como sendo a combinação de vários fatores, como: terras mais baratas, topografia adequada, infraestrutura e distância dos principais

mercados consumidores, além de riqueza dos recursos hídricos. As expansões ocorreram de duas formas distintas, sendo a primeira em áreas historicamente já ocupadas por outras culturas e a segunda forma como sendo áreas de expansão agrícola como ocorreu no início dos anos 80 no estado de Goiás.

2.4 VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR PLANTADAS NO CERRADO

Segundo Maschio (2011), as variedades mais representativas em uso no Brasil são as chamadas “RBs”, seguidas das “SPs” e em menor escala “CTCs”, “IACs” e “POs”. A RIDESA (Rede Interuniversitária para desenvolvimento do setor Sucroalcooleiro) possui domínio nas variedades “RBs”, antiga PLANALSUCAR (Programa Nacional de Melhoramento de Cana-de-açúcar). As variedades “SPs” atualmente são de domínio do CTC (Centro de Tecnologia Canavieira), antiga COPERSUCAR.

De acordo com o senso varietal da RIDESA de 2010, no estado de Goiás 48,8% das variedades são “RBs”, 40,9% são variedades “SPs”, 5% são variedades “IACs” e 3,6% são variedades “CTCs”. A variedade RB867515 está em primeiro lugar no ranking das variedades mais cultivadas com 24,4%, seguida com participações menores as variedades IAC87-3396 (2,88%), SP86-0042 (1,84%), e CTC4 (1,54%). As variedades CTC2, CTC9, CTC11, CTC15, CTC18, IAC91-1099, IACSP93-3046, IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP95-5000, RB92579 e RB966928 apesar de ainda não aparecerem dentre as variedades mais cultivadas no estado, possuem grande potencial perante os resultados alcançados em áreas comerciais na região do Cerrado.

As maiores produtividades têm sido alcançadas com variedades como a RB72454, SP81-3250, SP91-1049, SP83-2847, IAC87-3396, RB867515 e as mais novas variedades lançadas pelo Programa Cana - IAC: IACSP93-3046, IACSP94-2101, IACSP94-2094, IACSP94-4004, sendo esta última apresentando produtividade média de 134,65 t.ha⁻¹, quando plantada em ambientes superiores as favoráveis (Landell et al., 2006).

Algumas áreas cultivadas com cana-de-açúcar vêm sendo utilizadas para introdução de tecnologias de irrigação (Machado et al., 2002; Farias et al., 2008), que constituem alternativas que podem contribuir para a qualidade do processo de produção sucroenergético, desde que estudos sejam desenvolvidos para comprovar a viabilidade econômica de sua introdução.

A irrigação suplementar é uma alternativa para cultura da cana-de-açúcar para regiões em que possui o déficit hídrico acentuado (Teixeira et al., 2012). Entretanto, para as tomadas de decisões deve ser considerado o uso eficiente da água de irrigação, pois este interfere diretamente na produtividade final (Karatat et al., 2009 apud Teixeira et al., 2012)

2.5 IRRIGAÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR E DÉFICIT HÍDRICO NO CERRADO

A irrigação é uma operação agrícola que tem por finalidade suprir as necessidades hídricas das plantas. Essa técnica não funciona isoladamente, mas associada à outras práticas de manejo. Assim, é imprescindível sua realização em regiões áridas e semi-áridas, pois nestas áreas o suprimento hídrico é insuficiente para o pleno desenvolvimento e crescimento das culturas. O cultivo realizado em regiões úmidas, mas que apresentam períodos de déficit hídrico em determinado período do ano, a irrigação torna-se necessária para a obtenção de um cultivo sustentável e altamente produtivo.

A necessidade hídrica da cana-de-açúcar varia com o estágio vegetativo, sendo relacionado a fenologia da cultura, a área foliar e a densidade radicular (Aude, 1993). Segundo Doorenbos & Kassam (2000), a necessidade hídrica da cana-de-açúcar é de 1500 mm a 2500 mm por ciclo vegetativo e o manejo da irrigação deve ser feito de acordo com as tensões de água no solo, recomendadas para cada período fenológico. Segundo Bernardo (2005) o consumo de água pela cana-de-açúcar nas principais regiões produtoras do país, dependendo da variedade, estágio de desenvolvimento, da demanda evapotranspirométrica em função da variação temporal e espacial, em geral tem variado de dois a seis mm/dia.

Wiendenfeld (2000) observou que a cana-de-açúcar submetida ao estresse hídrico nos terceiro e quarto períodos do seu ciclo, 257 a 272 e 302 e 347 dias após o plantio (DAP), respectivamente, teve redução de 8,3 e 15% no rendimento. O déficit hídrico afeta vários aspectos do crescimento vegetal; sendo os mais perceptíveis a redução do tamanho das plantas, de sua área foliar e da produtividade da cultura (Kramer, 1983; Taiz & Zeiger, 2002).

A irrigação é uma prática benéfica para agricultura, pois proporciona condições adequadas de umidade no solo durante o ciclo da cultura, desde que conduzida adequadamente. Aumentos na produtividade da cana-de-açúcar, quando irrigada, são observados extensamente na literatura (Bernardo, 2006; Dandas Neto et al., 2006). Entretanto, este manejo não é comum para tal cultivo, devido a extensas áreas de cultivo e

necessidade de altos investimentos, requerendo elevados investimentos. Uma alternativa viável e bastante interessante refere-se ao uso de variedades resistentes ou tolerantes ao déficit hídrico (Santos, 2005; Bernardo, 2006).

O teor de água adequado durante todo o período de crescimento é importante para potencializar o rendimento da cana-de-açúcar, visto que o crescimento vegetativo é proporcional a água transpirada. Efetivamente, há uma relação linear entre a evapotranspiração da cana-de-açúcar e sua produtividade (Dalri, 2006). A disponibilidade de água para a cana-de-açúcar pode ser considerada como o principal causador de variabilidade de produtividade, ciclo após ciclo da cultura.

O consumo de água da cana-de-açúcar varia em função do ciclo da cultura (cana-planta, cana-soca, ressoça, etc.), do estágio de desenvolvimento e crescimento (ciclo fenológico), das condições climáticas (umidade relativa, temperatura do ar etc.) e, também, de outros fatores, como o teor de água disponível no solo, níveis endógenos de hormônios (Taiz & Zieger, 2004) e variedade da cana-de-açúcar. O estabelecimento da cultura, o perfilhamento e o crescimento vegetativo correspondem as fases mais responsivas à irrigação.

Variedades que possuem crescimento rápido atingem obviamente sua máxima produtividade mais cedo que as variedades de crescimento lento e dificilmente as variedades de crescimento lento conseguem ultrapassar esta vantagem, somente após um determinado período no campo. Por isso, modelos de crescimento utilizam estas observações para definir o comportamento das curvas de crescimento e desta forma relacionar com parâmetros fisiológicos, sendo importantes na construção de cenários para o momento ótimo do corte dessas variedades (Scarpari & Beauclair, 2004).

Os danos causados pelo estresse hídrico no crescimento foliar e produtividade da cana-de-açúcar dependem da intensidade e duração do período de deficiência, da fase de desenvolvimento da cultura em que ocorre e da variedade cultivada (Soares et al., 2004). Para obter rendimentos máximos em colmos, a cultura deve contar com uma umidade adequada durante todo o período vegetativo, sendo o crescimento da cana diretamente proporcional a água transpirada.

Os períodos de estresse hídrico podem ocorrer durante todo o ciclo da cultura, mas seu efeito sobre a produtividade de colmos varia muito em função da interação entre a época do ano em que ocorre e a fase fenológica da cultura (Scardua & Rosenfeld, 1987). As fases de perfilhamento, juntamente com a de formação, tem sido identificadas como um

período crítico por demanda hídrica (Ramesh, 2000). Doorenbos & Kassam (2000b) indicam que o estresse hídrico tem maior influência na produtividade de colmos quando ocorre nas primeiras fases da cultura, pois pode prejudicar ou atrasar a brotação, a área foliar ou número de folhas (Inman-Bamber, 2004; Oliveira et al., 2005), senescência foliar (Smit & Singel, 2006), a altura de plantas (Almeida et al., 2008), diâmetro de colmos, número de perfilhos (Ramesh & Mahadevaswamy, 2000; Silva et al., 2008).

Segundo Alfonsi et al. (1987), citado por Arantes (2012), a cana-de-açúcar necessita de período quente e úmido, com intensa radiação solar durante o estágio vegetativo, seguido de um período seco próximo à maturação e colheita. Quando o estresse hídrico ocorre próximo a maturação, a produtividade de colmos é pouco afetada, sendo desejável para obter índices de produção satisfatórios no momento da colheita.

O estresse hídrico na planta influencia a fotossíntese ocasionando uma severa redução na síntese de carboidratos e expansão foliar, porém no momento em que é fornecida água, ela retoma imediatamente o crescimento em ritmo constante (Alexander, 1973).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

3.1.1 Local e clima

O experimento foi instalado em Latossolo vermelho amarelo distrófico (Embrapa, 2009), no município de Goianésia (GO), latitude 15°12'S, longitude 48°59'W, e 580 m de altitude (Figura 3). O clima é classificado como Aw, segundo Köppen, sendo denominado tropical de savana e caracterizado por inverno seco e verão chuvoso. A média pluviométrica anual de 1540 mm, com período de déficit hídrico bem definido, entre maio e outubro.

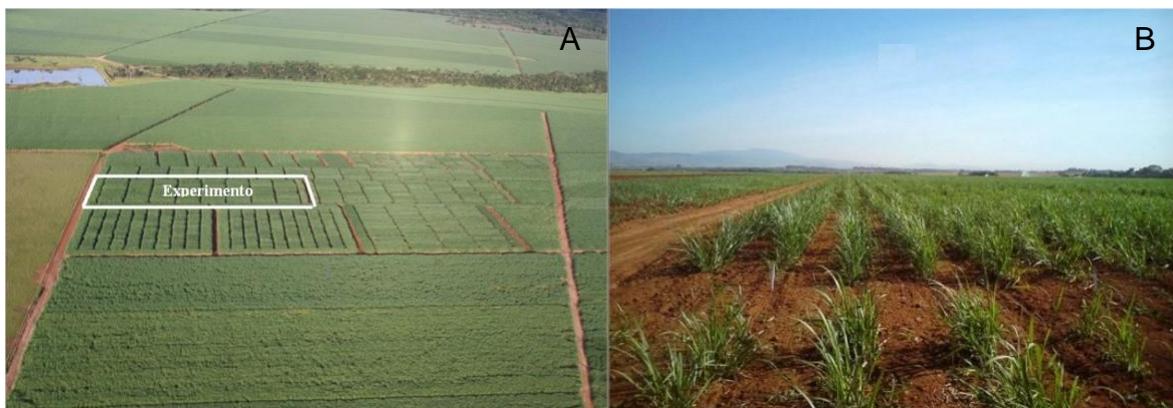


Figura 3. A) Imagem aérea do experimento (16/02/2012), B) Detalhe da área após 120 dias do plantio (29/08/2012).

3.1.2 Caracterização química e físico-hídrica do solo

A instalação do experimento ocorreu em uma área anteriormente coberta por pastagem, com predomínio de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*), para a exploração de pecuária extensiva. Para o preparo da área, primeiramente houve uma amostragem de solo nos quatro blocos para a caracterização química nas camadas de 0 a 25 cm e 25 a 50 cm (Tabela 2). Ressalta-se que a análise de enxofre somente foi feita na camada de 25 a 50

cm para finalidade de recomendação de gesso agrícola. O período de amostragem correspondeu seis meses antes da implantação do experimento para correções e recomendações de adubações para o plantio de acordo com Souza & Lobato (2004).

Tabela 2. Caracterização química do solo da área experimental.

Camada	MO	P resina	Enxofre	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺ AL	pH	Ca/Mg	CTC	T	m	V	Argila
cm	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹		cmol dm ³					CaCl ₂	cmol dm ⁻³		%			
0 a 25	20,12	0,80	----	0,19	0,92	0,32	0,58	2,80	4,50	2,90	4,20	29,29	25,95	45,54	
25 a 50	15,22	0,80	2,00	0,07	0,20	0,08	0,64	2,00	4,30	2,50	2,30	68,09	9,53	43,22	

Também foram retiradas amostras de solo indeformadas nas camadas de 0 a 30 cm e 30 a 60 cm (Figura 4) para caracterização físico-hídrica da área experimental. O procedimento de coleta foi baseado nas recomendações de Camargo et al. (2009). As amostras foram enviadas ao laboratório de solos de uma empresa privada (IRRIGER) localizada no município de Formosa – GO. Os resultados estão apresentados na Tabela 3. Para cálculo da CAD (Equação 1) usou-se a equação usada por Mantovani et al. (2009), conforme segue abaixo:

$$CAD = (CC - PMP) * Da * Z \quad (1)$$

Em que:

CC: Capacidade de campo (g g⁻¹);

PMP: Ponto de murcha permanente (g g⁻¹);

Da: Densidade aparente do solo (g cm⁻³)

Z: Profundidade efetiva das raízes (mm)



Figura 4. Procedimento para retirada de amostra indeformada segundo Camargo (2009). A) Amostrador de Uhland (detalhe martete), B) Amostrador de Uhland (detalhe cilindro), C) Amostrador de Uhland (detalhe anel), D) Determinação da Taxa de Infiltração de água no solo pelo método anel duplo concêntrico.

Tabela 3. Características físico-hídricas do solo da área experimental.

Camada (cm)	CC (%)	PM (%)	Ds (g/cm ³)	CC (cm ³ /cm ³)	PM (cm ³ /cm ³)	CAD (mm)
0 – 30	21,20%	12,90%	1,47	0,312	0,190	36,603
30 – 60	21,50%	13,10%	1,38	0,297	0,181	34,776

* CC: Capacidade de campo; PM: ponto de murcha permanente, respectivamente; Ds: Densidade do solo; CAD: Água armazenada no solo entre a CC e PMP.

Para o teste de infiltração a campo utilizou-se o método dos anéis concêntricos conforme procedimento descrito por Bertrand (1965), citado por Camargo et al. (2009). Este método é baseado no uso de dois anéis (50 e 25 cm de diâmetro e 30 cm de altura) que foram instalados de forma concêntrica e enterrados a 15 cm (Figura 4D). A taxa de infiltração básica encontrada foi de, aproximadamente, 15 mm h⁻¹ (Figura 5). Após

submetida as curvas de taxa de infiltração e infiltração acumulada obteve-se uma correlação de 0,74 e 0,98, respectivamente.

O resultado encontrado para taxa de infiltração básica é considerado baixo por se tratar de um solo argiloso. Acredita-se que as operações de preparo do solo realizadas durante o período de chuvoso alteraram a sua estrutura, diminuindo a proporção de macroporos em relação aos microporos (Bernardo, 2005). Este fator pode ser notado na densidade do solo encontrada na amostra ficando a média das duas camadas analisadas acima de $1,40 \text{ g cm}^{-3}$.

A CAD (Capacidade de água disponível) obtida nas amostragens indeformadas ao longo do experimento, nas duas camadas, somaram 71,47 mm em 60 cm, sendo utilizado para cálculo do manejo somente até 45 cm (profundidade de raiz = Z).

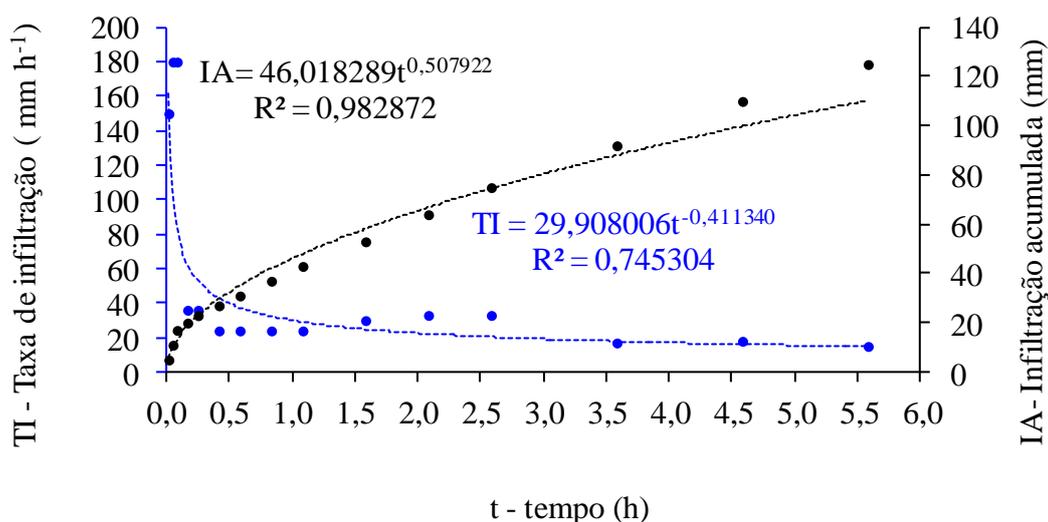


Figura 5. Taxa de infiltração (mm h^{-1}) e infiltração acumulada (mm) na área do experimento.

3.1.3 Preparo e correção do solo

Foi necessária a correção do solo devido aos resultados das análises químicas do solo (Tabela 2). A quantidade calcário usada na instalação do experimento foi usada para elevar a saturação por bases a 50% na camada superficial (Souza & Lobato, 2004). A acidez subsuperficial foi corrigida por meio da aplicação de gesso agrícola, sendo aplicados 2.250 kg ha^{-1} (50 kg de gesso agrícola para cada ponto percentual de argila do solo). Foi aplicado 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Rossetto et al., 2008) na forma de fosfato natural

para melhorar a condição do sistema de produção da cana-de-açúcar, visto que é uma área de primeiro ciclo da cana-de-açúcar e a cultura antecessora consistia em pastagem degradada.

O preparo do solo foi baseado em uma gradagem pesada, para a incorporação de corretivos. Posteriormente, efetuou-se uma gradagem intermediária para incorporação do fosfato natural e quebra de torrões. E por fim, para o nivelamento do terreno, uma gradagem leve foi efetuada antes do plantio.

3.1.4 Plantio do experimento

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado no dia 29 de abril de 2011, período de transição entre chuvoso e estiagem. Assim, houve a necessidade de aplicar uma lâmina de irrigação de 40 mm para estimular a brotação da cana.

A abertura dos sulcos de plantio foi feita com implemento sulcador de duas linhas com espaçamento de 1,50 m entre linhas utilizando na mesma operação a distribuição de 115 Kg de P_2O_5 ha^{-1} do adubo de plantio super fosfato triplo (46% de P_2O_5) no fundo do sulco a uma profundidade de 0,35 m.

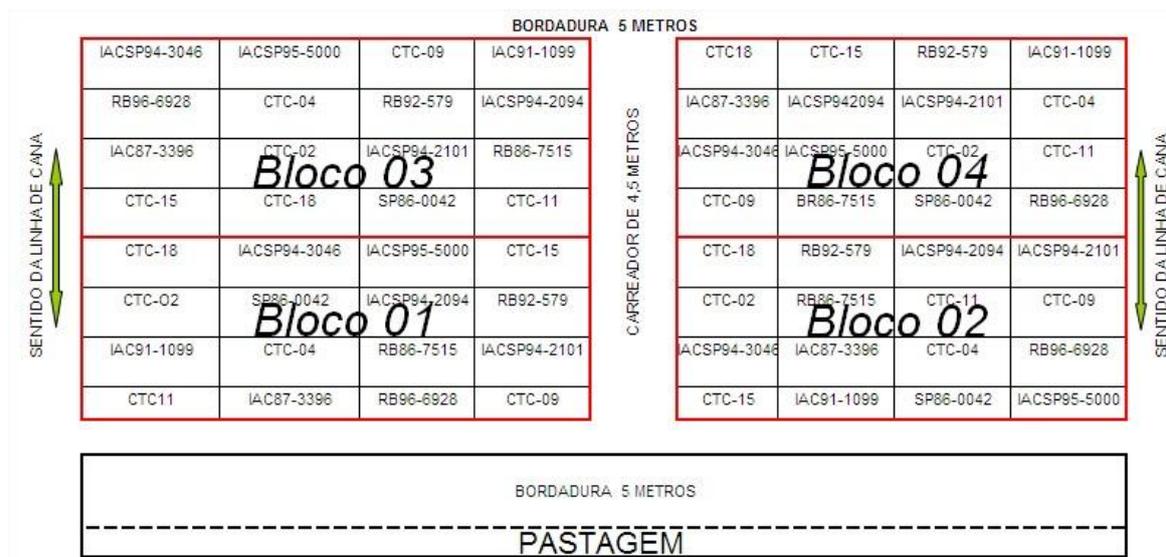
O plantio da cana-de-açúcar foi realizado manualmente após a sulcação. Os toletes foram distribuídos e picados dentro do sulco de plantio com podão de tal forma a ficar com três gemas por tolete (Anjos et al., 2008). Na seqüência foi realizada a operação de cobertura de plantio utilizando inseticida fipronil 800 WG (0,050 kg ha^{-1} p.c.) para controle de cupins como forma preventiva.

O delineamento experimental utilizados foi o de blocos casualizados (DBC), sendo colhido no período compreendido como início de safra, dia 29/05/2012 (396 DAP). Os tratamentos consistiram em 16 variedades comerciais de cana-de-açúcar (Tabela 4) com quatro blocos e quatro repetições, perfazendo um total de 64 parcelas. As parcelas foram de quatro linhas de 15 metros de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 1,5 m, perfazendo 90 m² de área por parcela conforme Figura 6 (Perecin, 2008).

O estudo foi realizado durante o ciclo de cana-planta, colhida aos 396 dias após o plantio. Este procedimento é caracterizado como plantio de cana irrigada.

Tabela 4. Relação de variedades de cana-de-açúcar utilizadas no experimento.

Tratamento	Variedade
T 1	CTC2
T 2	CTC4
T 3	CTC9
T 4	CTC11
T 5	CTC15
T 6	CTC18
T 7	IAC87-3396
T 8	IAC91-1099
T 9	IACSP93-3046
T 10	IACSP94-2094
T 11	IACSP94-2101
T 12	IACSP95-5000
T 13	RB867515
T 14	RB92579
T 15	RB966928
T 16	SP86-0042

**Figura 6.** Croqui do experimento com 16 variedades de cana (tratamentos), quatro blocos cada e 64 parcelas.

3.1.5 Manejo de irrigação

O manejo de irrigação foi realizado com auxílio do aplicativo Irriger® com o qual se determinou a demanda hídrica da cana-de-açúcar, utilizando-se coeficientes de ajuste (coeficiente da cultura “Kc”, profundidade efetiva de raiz “Z”, fator de disponibilidade hídrica “f”) sobre a evapotranspiração de referência (ET_o) conforme

Tabela 5. A lâmina bruta de irrigação foi calculada por meio de balanço hídrico, em que as entradas de água foram a irrigação e precipitação pluvial efetiva, e as saídas, a evapotranspiração da cultura (ETc) em cada fase fenológica, além da profundidade considerada para o sistema radicular. Foi considerado 85% de eficiência para aplicação da irrigação.

Tabela 5. Estádios de desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar utilizados para o manejo da irrigação, duração de cada fase em dias para cana de início e final de safra, Kc (coeficiente da cultura), e f (fator de disponibilidade de água no solo) e ETo (evapotranspiração de referência).

Fase	Nome	Duração das fases	Kc	Profundidade	Fator de disp.	ETo (mm dia ⁻¹)
		(dias)		raiz	hídrica	
		Início safra		Z (m)	f	
1	Germinação	30	0,5	0,2	0,5	7
2	Desenvolvimento	140	0,8	0,35	0,7	4
3	Desenvolvimento pleno	145	1,25	0,45	0,7	4
4	Maturação	81	0,8	0,45	0,9	< 2

Fonte: Adaptado de Doorenbos e Kassam (1994)

Segundo Bernardo (2005) pode-se dividir o ciclo da cana de doze meses em quatro (04) estágios de desenvolvimento, sendo: germinação e emergência, perfilhamento e estabelecimento da cultura (desenvolvimento), desenvolvimento da cultura (desenvolvimento pleno) e maturação.

Para o método de estimativa da ETo utilizou-se o modelo de Penman-Monteith-FAO (Allen et al., 1998), com os seguintes elementos meteorológicos (radiação solar, temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa do ar). Os dados foram obtidos na estação meteorológica automática do INMET que se localiza dentro da usina Jalles Machado, a 12 quilômetros do local em que o experimento foi instalado (Figura 7). Os dados meteorológicos desta estação utilizados foram: temperatura máxima e mínima (°C), umidade relativa máxima e mínima (%), velocidade do vento (m s⁻¹), radiação solar (kJ m⁻²). Os dados de precipitação diária (mm) foram utilizados de pluviômetro instalado no local do experimento e inseridos no sistema para cálculo do manejo de irrigação.



Figura 7. Estação meteorológica Automática do INMET localizada na Usina Jalles Machado, Goianésia - GO.

A irrigação teve como objetivo suprir 50% da necessidade hídrica da cultura. Foi aplicada uma lâmina bruta total de 330 mm mais uma lâmina de irrigação de 40 mm inicial para a brotação da cana-de-açúcar. Assim, durante todo o ciclo a cultura recebeu 1540 mm. O teor de água no solo na camada de 0 a 45 cm, limites superior (capacidade de campo) e inferior (ponto de murcha permanente) de armazenamento de água, teor de água no solo de segurança, irrigações realizadas durante o ciclo da cultura e precipitações ocorridas estão apresentados na Figura 8, estes teores foram calculados pelo software e foram aferidos a campo através de amostragens e levadas ao laboratório realizadas ao longo de todo experimento.

Foi utilizado para irrigação o equipamento autopropelido tipo carretel enrolador modelo Turbomaq 140/GSV/350-4RII implementado com barra irrigadora modelo 48/54 fabricada pela empresa “IrrigaBrasil”, com faixa de aplicação de 54 metros, com vão livre máximo da barra até o solo variando de 1,00 m a 4,00 m. Foi utilizado o aspersion tipo Spray LDN® com bocais Senninger #21 (vazão 109,90 L h⁻¹ e pressão de serviço de 36 m.c.a.) e regulador de pressão Senninger de 20 psi (Figura 9A).

A barra irrigadora possui filtro antes da entrada na barra pulverizadora que retira as impurezas que podem estar na água, que ocasionalmente poderia causar entupimento dos aspersores. Esta barra era rebocada até o final do carreador, sendo então

desenrolada toda a mangueira PEMD (Polietileno de média densidade) do carretel (Figura 9B). Regulava-se no painel a velocidade de recolhimento da mangueira conforme a lâmina de irrigação requerida, e a partir daí ligava-se o conjunto motobomba para acionamento do carretel e o mesmo após a pressurização total do sistema iniciava-se a operação da irrigação (Figura 9C). Esta mesma barra também foi utilizada para irrigar a cana até o porte em que a mesma estava alta conforme Figura 9D.

Nesta região há predominância de rajadas de vento nos meses de julho e agosto, o que levou a um cuidado maior na escolha dos aspersores que compõem a barra irrigadora.

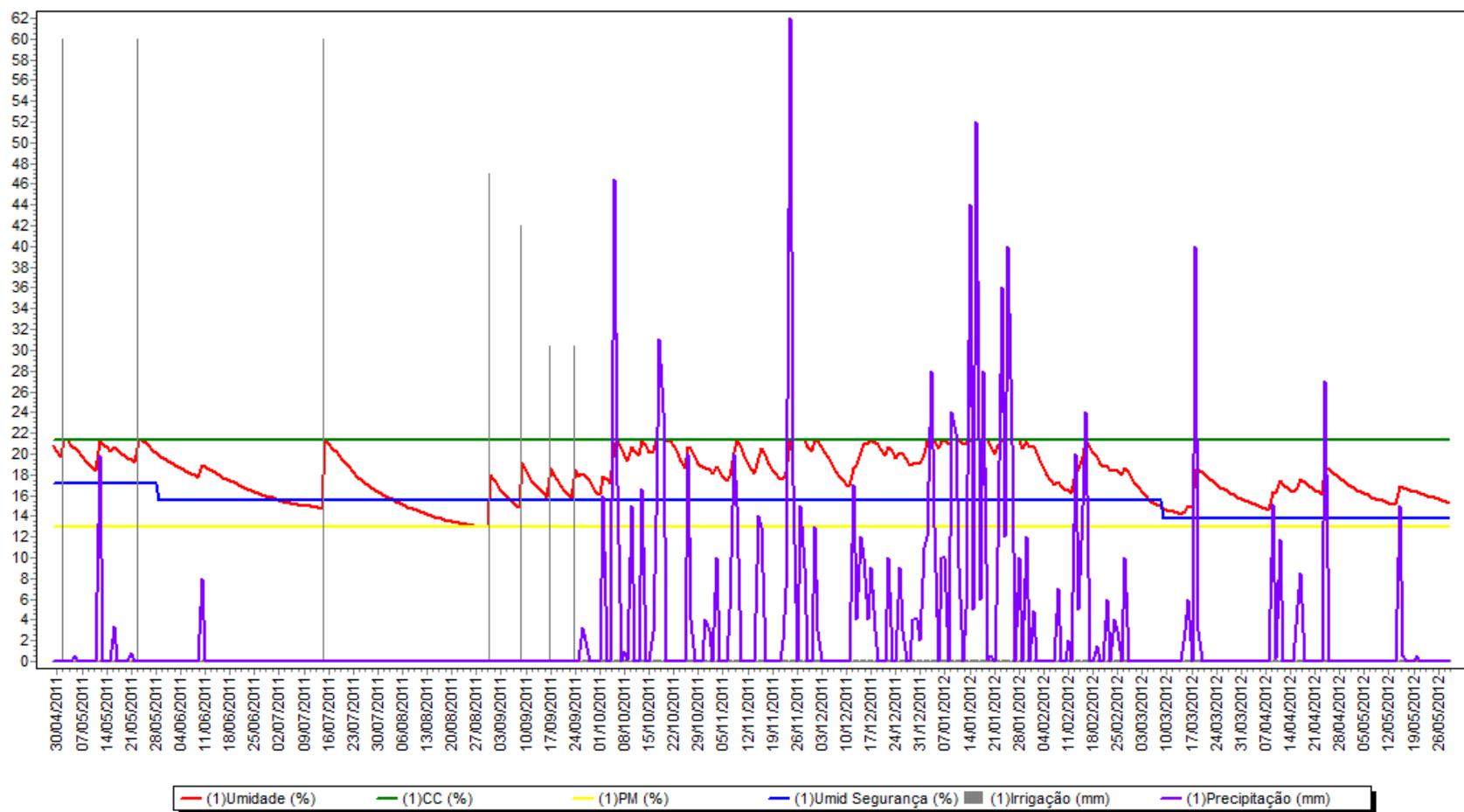


Figura 8. Teor de água no solo, limites superior (CC) e inferior (PM) de armazenamento de água, teor de água no solo de segurança, irrigações realizadas durante o ciclo da cultura e precipitações no período do experimento.

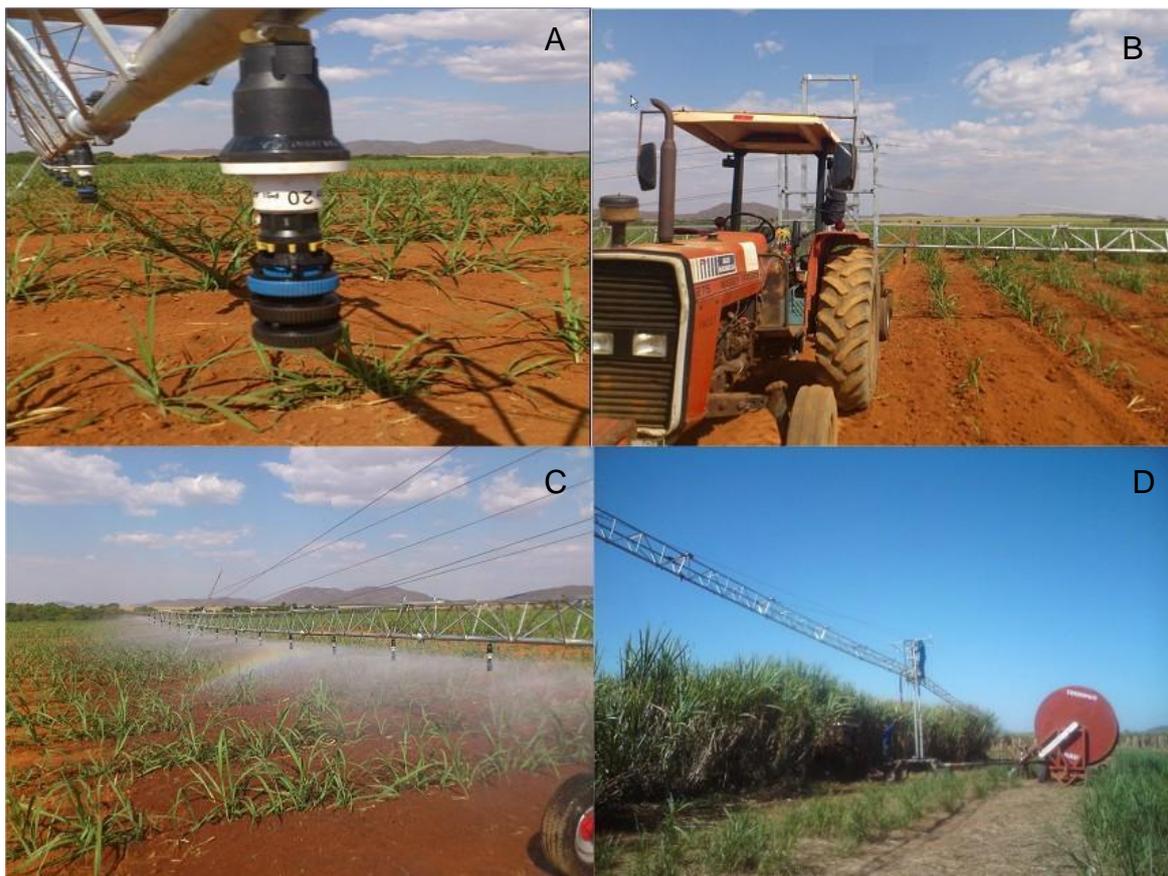


Figura 9. A) Aspersor tipo Spray Senninger LDN® com 3 defletores, regulador de pressão marca Senninger 20 psi modelo Pressure Master® Medium Flow B) Trator rebocando barra irrigadora com Carretel Irrigador, C) Barra irrigadora em operação, D) Barra irrigadora sendo preparada para irrigar cana alta.

3.1.6 Tratos culturais

Foram realizadas os seguintes tratos culturais na condução de cultura da cana-de-açúcar:

Quebra-lombo: também conhecida como sistematização das entrelinhas com a linha da cana. Realizou-se aos 120 DAP do experimento. Esta operação é necessária para que se possa colher a cana mecanicamente, minimizando as perdas na base dos colmos.

Adubação de cobertura: realizado juntamente com a operação de quebra-lombo. Aplicou-se adubação de cobertura com adubo líquido na fórmula 05-00-12 + 0,3% B + 0,3% Zn na dose de 1.200 kg ha⁻¹ conforme recomendação de Korndörfer (1994).

Controle de plantas daninhas: Aplicou-se herbicida em duas fases do experimento. A primeira aplicação ocorreu logo após o plantio. Nesta ocasião utilizou-se a mistura 1,8 kg ha⁻¹ (hexazinona 13,2% + diurom 46,8%) com 1,2 kg ha⁻¹ (clomazona

80,0%) em pré-emergência. A segunda aplicação realizou após a operação de quebra-lombo com a mistura 0,12 kg ha⁻¹ (isoxaflutol 75%) com 1,25 kg ha⁻¹ (tebutiuron 80%) também em pré-emergência (Procópio, 2003).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS VARIEDADES

As variedades utilizadas no experimento foram caracterizadas segundo as instituições detentoras, sendo as principais características agronômicas apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Informações agronômicas das variedades utilizadas no experimento segundo instituições de pesquisas.

Variedade	Características varietais segundo as instituições de pesquisa					
	Altura colmos	Diâmetro médio de colmos	Perfilhamento colmos	Produtividade agrícola	Ciclo	POL
CTC2	M ¹	M	M	A	M	M
CTC4	M-A	F-M	M-A	A	M	MA
CTC9	M	M	M	M	P	MA
CTC11	M	M	A	A	M-T	A
CTC15	M	M	M-A	A	M-T	M
CTC18	A	M	M-A	M	P-M	M
IAC87-3396	M-A	M	M	M-A	P-M	M
IAC91-1099	M	M	A	M-A	P-M	M-A
IACSP93-3046	M	M	A	M	P-M	A
IACSP94-2094	M	F	A	M	M-T	M
IACSP94-2101	M-A	F-M	M-A	M	M-T	M
IACSP95-5000	M-A	M	M	M-A	M-T	M-A
RB867515	A	M	M	A	M-T	A
RB92579	A	M	A	A	M-T	A
RB966928	M	M	A	A	P-M	M
SP86-0042	M	M	M	M	M-T	M-T

1- M: médio, A: Alto, L: longo, M-L: médio a longo, F: fino, F-M: fino a médio, M-G: médio a grosso, M-A: médio a alto, MA; muito alto, P: precoce, P-M: precoce a média, M-T: média a tardia.

Ainda de acordo com as instituições detentoras da variedade, para cada variedade apresenta-se uma descrição complementar como segue:

CTC2 - Desenvolvimento ereto, bom fechamento de entrelinhas, hábito ereto na planta adulta, colmos de diâmetro e altura médio, perfilhamento médio, com despalha fácil, de cor amarelo-esverdeada, entrenós médios, com poucas ceras e rachaduras rasas freqüentes. Destaca-se a alta produtividade, ótima brotação de soqueira e rusticidade. Ciclo médio com produção média de sacarose (Ctc, 2011).

CTC4 - Desenvolvimento vigoroso, planta adulta sem tombamento, colmos médios a longos, de diâmetro fino a médio, com despalha fácil e bom perfilhamento, de cor amarelo-arroxeadada, cerosidade média. Destaca-se pela alta produtividade e alto teor de sacarose. Ciclo médio (Ctc, 2011).

CTC9 - Hábito de crescimento levemente decumbente, despalha média e perfilhamento médio. Destaca-se pelo alto teor de sacarose e precocidade, é recomendada para colheitas em início de safra, em ambientes de baixa e média produção. Apresenta fibra média, pouco florescimento e pouca isoporização. Comprimento de colmos médio, diâmetro de colmos médio, produtividade agrícola média. Ciclo precoce (Ctc, 2011).

CTC11 - Hábito decrescimento ereto, com despalha média, internódios de comprimento médio, cilíndricos, com ziguezague suave, gemas arredondadas, folhas com as pontas curvas, de tonalidade intermediária a escura e aurículas assimétricas, palmito de crescimento médio, comprimento e diâmetro de colmos médio e perfilhamento médio. Teor de sacarose alto. Destaca-se pela alta produtividade, ótima soqueira, boa colheitabilidade e resposta à maturadores. Ciclo médio-tardio (Ctc, 2011).

CTC15 - Hábito de crescimento levemente decumbente, com despalha média, internódios de comprimento médio, cilíndricos, com ziguezague suave, gemas pentagonais, folhas com pontas curvas, de tonalidade intermediária a escuras e aurículas assimétricas, palmito de comprimento longo. Comprimento e diâmetro de colmos médio, perfilhamento médio a alto, e teor de sacarose médio. Destaca-se pela alta produtividade, longevidade, tolerância à seca e estabilidade. Ciclo médio-tardio (Ctc, 2011).

CTC18 - Hábito de crescimento ereto, com despalha fácil, perfilhamento médio-alto, internódios de comprimento longo, cilíndricos, com ziguezague suave, gemas pequenas, ovaladas, com média saliência, folhas com pontas curvas, aurículas assimétricas, palmito tamanho médio com quantidade regular de cera. Comprimento de colmos é alto, diâmetro de colmos médio, produtividade e produção de sacarose média. Destaca-se pela ótima soqueira e longevidade, tolerância à seca, boa colheitabilidade e responde à maturadores. Ciclo precoce a médio (Ctc, 2011).

IAC87-3396 - Alta produção na planta e soca, alto teor de sacarose, excelente soqueira, florescimento esparsa nas condições do Estado de São Paulo, baixa exigência em fertilidade do solo, colheita em início e meio de safra, teor de fibra médio, ótima brotação sob palha, altura de colmos de médio a alta, perfilhamento e diâmetro de colmos médio, (Landell et al., 1997).

IAC91-1099 - Habito de crescimento ereto e variedade bem adaptada à colheita mecânica, alta produtividade agrícola ao longo dos cortes, bom teor de sacarose, ótima brotação de soqueira, excelente fechamento das entrelinhas e perfilhamento, altura e diâmetro de colmos médio. Ciclo precoce-médio (Landell et al., 2007).

IACSP93-3046 - Habito de crescimento ereto. Boa capacidade de brotação em áreas de colheita crua e mecanizada, produtividade média, grande estabilidade de TCH nos diversos ambientes e PUI longo, POL alta, não floresce nas condições do Centro-Sul do Brasil, altura e diâmetro de colmos médio, perfilhamento alto. Ciclo precoce-médio (Landell et al., 2005).

IACSP94-2094 - Boa produção em cana-planta e soqueiras, alto teor de sacarose, ótima brotação de soqueiras e adaptada a ambientes restritivos, florescimento raro nas condições de Centro-Sul do Brasil, POL médio, produtividade e altura de colmos média, diâmetro de colmos fino e número de colmos alto. Ciclo médio-tardio (Landell et al., 2005).

IACSP94-2101 - Habito de crescimento ereto. Boa produção em cana-planta e alta nas soqueiras, destacando-se em ambientes favoráveis. Apresenta rápido desenvolvimento vegetativo e ótima capacidade de brotação sob palha. Não floresce nas condições de Centro-Sul do Brasil, POL médio, perfilhamento e altura de colmos médio a alto, diâmetro de colmos de fino à médio, produtividade média. Ciclo médio-tardio (Landell et al., 2005).

IACSP95-5000 - Habito de crescimento ereto e variedade bem adaptada à colheita mecânica, alta produtividade agrícola, responsiva a ambientes favoráveis de produção, não floresce nas condições do Centro-Sul do Brasil, POL médio a alto, produtividade agrícola e altura de colmos médios a alto, diâmetro de colmos e perfilhamento médio Ciclo médio-tardio (Landell et al., 2007).

RB867515 - Habito de crescimento ereto e despalha fácil, diâmetro médio dos colmos, internódios com leve zigue-zague, folhas de largura média, possuiu gema rombóide e arredondada de tamanho médio. Perfilhamento regular em cana-planta.

Propensa ao florescimento. Recomenda-se colheita em início de safra com uso de maturadores (Ridesa, 2010).

RB92579 - Habito de crescimento ereto, difícil despalha, gema tipo triangular. Ótima brotação na cana-planta e na cana soca manual. Boa colheita na cana-soca crua. Alto perfilhamento, ótimo fechamento de entrelinhas, floresce pouco, crescimento lento, alta produtividade. Ciclo médio (Ridesa, 2010).

RB966928 - Excelente germinação na cana-planta, alto perfilhamento, excelente fechamento nas entrelinhas. Alta produção agrícola, PUI médio. Ciclo precoce-médio (Ridesa, 2010).

SP86-0042 - Destaca-se pela brotação da cana-soca e pela produtividade. Recomendada para ambientes médios, suscetível à ferrugem. Ciclo médio-tardio (Copersucar, 2003).

3.3 AVALIAÇÕES EXPERIMENTAIS

3.3.1 Número de perfilhos por metro

Contou-se as canas das duas linhas centrais das parcelas com instrumento contador e dividiu-se pelo número de metros das duas parcelas somadas (Figura 10A) conforme sugerido Bidoia & Bidoia (2008). Esta contagem foi feita nos seguintes períodos: 113, 145, 174 e 203 DAP.

3.3.2 Comprimento de colmos

A amostragem dos períodos 113, 145 e 174 DAP foi feita na própria parcela medindo (com fita métrica) a altura do dossel foliar devido à planta não possuir colmos no período analisado. A amostragem de 203 DAP foi feita considerando desde a altura do solo até a primeira dewlep visível e foi feita na própria parcela. Para amostragem no período 285 DAP foram retiradas 10 canas de cada parcela e desconsiderado o palmito dos colmos para fazer a medição conforme Bidoia & Bidoia (2008) (Figura 10B).

3.3.3 Diâmetro médio de colmos

Realizou-se aos 285 dias após o plantio a determinação do diâmetro médio de colmos no terço médio inferior por meio de paquímetro universal. De cada parcela, amostrou-se dez canas conforme recomendações de Bidoia & Bidoia (2008) (Figura 10C).

3.3.4 Massa de dez colmos

A massa de dez colmos foi determinada por meio de balança suspensa digital do tipo gancho (Figura 10D). Amostrou-se dez colmos por parcela (Bidoia & Bidoia, 2008).



Figura 10. Levantamento biométrico do experimento. A) Contagem de perfilhos, instrumento contador; B) Medição de comprimento médio do colmo com fita métrica C) Medição do diâmetro médio do colmo, paquímetro universal e; D) Pesagem de dez canas, balança suspensa digital tipo gancho.

3.3.5 Colheita do experimento

A colheita de cana-de-açúcar foi feita mecanicamente, a fim de simular a realidade pelo qual as variedades irão enfrentar e já enfrentam no campo em áreas

comerciais. Utilizou-se colhedora com esteira rodante (John Deere modelo 3510) (Figura 11A) e caminhão transbordo (Figura 11B) com pneu de alta flutuação e com dispositivo de célula de carga com visor posicionado dentro da cabine do caminhão (Figura 11C), conforme Sordi et al. (2004) a fim de amenizar a compactação na soqueira da cana para os próximos ciclos. A massa foi determinada a partir da colheita de cada linha (Figura 11D).



Figura 11. Colheita de colmos do experimento. A) Colhedora de cana com esteira rodante marca John Deere modelo 3510; B) Caminhão transbordo com rodado de alta flutuação; C) Célula de carga do caminhão transbordo com o visor posicionado dentro da cabine e; D) Colheita da linha de cana no experimento.

3.4 ANÁLISES TECNOLÓGICAS

Na data da colheita, um feixe de cana contendo dez colmos industrializáveis foram coletados para a determinação de análises tecnológicas (Bidoia & Bidoia, 2008). Estes colmos foram despontados, despalhados, e encaminhados ao laboratório. Ressalta-se que em nenhum material houve a aplicação de maturadores para avaliar o pleno desempenho das variedades.

Para determinação dos parâmetros químicos utilizou-se a metodologia do Consecana (2006). Avaliou-se a massa do bagaço úmido, teor de sólidos solúveis do caldo (°BRIX em %), teor de sacarose (POL do caldo em %) da cana-de-açúcar, PUREZA do

caldo, FIBRA da cana-de-açúcar, UMIDADE da cana e os Açúcares Totais Recuperáveis (ATR). Por meio da multiplicação de POL pela produtividade real obteve-se o valor de TPH (tonelada de POL por hectare).

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos, primeiramente foram submetidos a testes para verificar o atendimento às pressuposições da análise de variância.

A significância dos efeitos dos tratamentos foi determinada pelo Teste F, sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Utilizou-se o software Assistat (7.6 beta) para análise dos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPRIMENTO DE COLMOS/PLANTAS

O comprimento de colmos/plantas das variedades de cana-de-açúcar variou nos cinco períodos amostrados (Tabela 7). Os valores mínimos e máximos deste parâmetro aos 113 DAP, 145 DAP, 174 DAP, 203 DAP e 285 DAP foram respectivamente 0,92 m a 1,45 m, 1,05 m a 1,50 m, 1,57 m a 2,26 m e 1,99 m a 2,71 m. O comprimento de colmos/planta é apontado como fator essencial para a massa de colmos e conseqüentemente faz parte do rol de características avaliadas na seleção de novas famílias de cana-de-açúcar (Ferreira et al., 2007).

O déficit hídrico propiciado por meio da irrigação suplementar não prejudicou o crescimento alométrico dos colmos das variedades CTC11 e CTC9 (Tabela 7). Estes materiais destacaram-se pela rapidez e precocidade no crescimento. Tal aspecto é bastante interessante pois contribuiu para o manejo de plantas daninhas e aumento da eficiência do processo fotossintético pela planta devido ao fechamento rápido das entrelinhas e cobertura homogênea do solo (Bennet et al., 2011).

Ressalta-se que variações em altura ou comprimento de plantas de cana-de-açúcar é um indicativo de tolerância ou suscetibilidade ao déficit hídrico (Silva et al., 2008). Desta forma, estes materiais precoces mostraram-se responsivos à irrigação suplementar e tolerantes ao déficit hídrico. Este é um mecanismo importante para manter o processo produtivo mesmo em condições de baixa disponibilidade de água às plantas (Santos & Calesso, 1998).

O crescimento das variedades CTC4, IACSP93-3046 e RB92579 foi menor durante os períodos avaliados (Tabela 7). Tal fato pode estar ligado a própria resposta as condições de estresse hídrico derivada da suplementação de apenas 50% da demanda evapotranspirométrica e ao padrão de crescimento destes materiais. Especificamente o ciclo médio-tardio proporcionou ao material RB92579 um padrão de crescimento inicial bastante lento que prejudicou o desempenho da variedade aos 285 DAP. A falta de água nos tecidos vegetais impacta os processos relacionados à turgescência, fechamento

estomático, fotossíntese, respiração e conseqüentemente os padrões de crescimento e desenvolvimento vegetal (Barlow et al., 1980; Kramer et al., 1983; McCree & Fernández, 1989; Petry, 1991; Taiz & Ziege, 2004; Chaves et al., 2008; Shabani et al., 2013).

Machado et al. (2009) detectaram alterações na condutância estomática das variedades IACSP94-2094 e IACSP96-2042 durante toda a fenologia da cultura, implicando na redução do porte da planta devido ao prejuízo a atividade fotossintética. Gonçalves et al. (2010) observaram que a condutância estomática, a transpiração foliar, a fotossíntese líquida e a eficiência de uso da água de produção das variedades IACSP791011, RB72454, RB98710 e RB92579 foram prejudicadas pela condição de estresse hídrico (0 a 100% da CAD).

As variedades CTC11, IAC87-3396, RB867515, RB866928 e SP86-0042 obtiveram durante as cinco períodos avaliados valores de comprimento de colmos acima da média geral de todos os tratamentos (Tabela 7). As variedades CTC18, IACSP94-3046, IACSP94-2094 obtiveram todos os resultados abaixo nas cinco avaliações de comprimento de colmos abaixo da média geral de todos os tratamentos. As variedades CTC4, CTC15 e RB92579 recuperaram os resultados de comprimento de colmo a partir dos 203 DAP. As variedades CTC2, IACSP94-2101 e IACSP95-5000 obtiveram inicialmente resultados de comprimento de colmos acima da média geral e posteriormente decresceram (Tabela 7).

As variedades IACSP94-2101 e CTC2 apresentaram aos 285 DAP uma altura de 2,08 m e 2,33 m, respectivamente. Estes resultados representam uma redução de quase 10% em relação aos valores observados por Santin et al. (2009) em Jaboticabal. No entanto, essas diferenças podem estar associadas ao período de amostragem que ocorreu na ocasião da colheita, representando uma diferença de 110 dias. Portanto, comparações a respeito de altura ou comprimento de colmos devem ser realizadas mediante ao nivelamento das condições de manejo e aspectos relacionados à amostragem.

Tabela 7. Comprimento de colmos/plantas (m). O comprimento nos períodos de 113, 145 e 174 DAP é referente ao dossel foliar, para o período de 203 DAP é referente à primeira dewlep visível e, para o período 285 considerou-se a comprimento de 10 colmos e índice relativo (IR) comparados à média geral.

Tratamentos	Comprimento de colmos/plantas														
	113 DAP	IR	Tukey	145 DAP	IR	Tukey	174 DAP	IR	Tukey ²	203 DAP	IR	Tukey	285 DAP	IR	Tukey
CTC2	1,08	1,075	Ab	1,35	1,122	ab	2,16	1,124	Abc	1,35	1,048	abcd	2,33	0,995	bcdef
CTC4	0,75	0,746	D	0,94	0,780	e	1,64	0,855	Ef	1,24	0,961	cde	2,46	1,049	abc
CTC9	1,09	1,089	Ab	1,41	1,178	ab	2,11	1,098	Abcd	1,50	1,159	a	2,71	1,156	a
CTC11	1,10	1,105	A	1,45	1,207	a	2,26	1,180	A	1,40	1,086	abc	2,44	1,044	abcd
CTC15	0,93	0,928	Abcd	1,18	0,981	bcd	1,89	0,982	abcdef	1,41	1,090	abc	2,49	1,063	abc
CTC18	0,84	0,841	Cd	1,07	0,889	de	1,81	0,943	bcdef	1,20	0,931	cde	2,24	0,955	cdef
IAC87-3396	1,04	1,036	Abc	1,28	1,064	abcd	1,93	1,004	abcdef	1,36	1,057	abcd	2,39	1,020	abcde
IAC91-1099	0,94	0,938	Abcd	1,22	1,016	abcd	1,76	0,915	Cdef	1,19	0,920	de	2,11	0,902	def
IACSP93-3096	0,85	0,848	Cd	1,04	0,864	de	1,57	0,819	F	1,05	0,817	e	1,99	0,849	f
IACSP94-2094	0,88	0,875	Bcd	1,09	0,909	cde	1,71	0,890	Def	1,23	0,953	cde	2,11	0,900	def
IACSP94-2101	0,99	0,988	Abc	1,25	1,041	abcd	2,00	1,043	abcde	1,21	0,937	cde	2,08	0,888	ef
IACSP95-5000	1,00	1,001	Abc	1,25	1,041	abcd	1,90	0,990	abcdef	1,26	0,980	bcd	2,29	0,978	cdef
RB867515	1,01	1,009	Abc	1,36	1,131	ab	2,19	1,141	Ab	1,45	1,127	ab	2,64	1,127	ab
RB92579	0,76	0,764	D	0,92	0,769	e	1,73	0,899	Def	1,21	0,942	cde	2,49	1,062	abc
RB966928	1,01	1,009	Abc	1,33	1,105	abc	2,12	1,105	Abcd	1,40	1,082	abc	2,43	1,037	abcd
SP86-0042	1,02	1,018	Abc	1,22	1,016	abcd	1,93	1,008	abcdef	1,30	1,010	abcd	2,35	1,004	bcde
M. Geral (V.R.) ³		1,000			1,000			1,000			1,000			1,000	
M. Geral (V.A.) ⁴		0,95			1,2			1,92			1,29			2,34	
Teste F ¹															
Tratamentos	6,56**			11,67**			9,00**			8,45**			9,17**		
Blocos	1,07 ns			2,30 ns			6,90**			0,19 ns			0,60 ns		
DMS	0,22			0,24			0,42			0,20			0,34		
Média Geral	0,95			1,20			1,92			1,29			2,34		
CV	9,11%			7,75%			4,09%			6,24%			5,70%		

1 - Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. ns, * e ** - não significativo, significativo ao nível de 5% e 1 % de probabilidade respectivamente pelo teste F. 2 - Dados sofreram transformação para atender pressuposições da ANOVA (Análise de Variância). 3 - Valor relativo e 4 - Valor absoluto.

4.2 NÚMERO DE COLMOS POR METRO

As variedades diferiram-se em relação ao número de colmos/metro nos primeiros três períodos avaliados (Tabela 8). Os valores mínimos e máximos deste parâmetro aos 113 DAP, 145 DAP, 174 DAP, 203 DAP foram respectivamente 9,58 a 21,10 colmos/metro, 14,03 a 20,62 colmos/metro, 14,58 a 21,10 colmos/metro e 12,35 a 16,47 colmos/metro. Segundo Prado (1988), citado por Casagrande (2008), Castro & Christofolletti (2005) e Silva et al. (2007) essa redução no número de colmos ou perfilhos é uma característica fisiológica da cultura. A queda no perfilhamento é consequência da competição por fatores abióticos, como luz, água, nutrientes e radiação solar, que culmina na minimização do processo e até morte de perfilhos jovens (Castro, 2000; Oliveira et al., 2004). Bennet et al. (2011) observaram uma redução de 68% do maior perfilhamento até a colheita da variedade RB-867515 submetida a adubação de manganês.

As variedades CTC9, RB966928, IACSP91-1099 e CTC4 apresentaram os maiores números de colmos/metro (Figura 12). O perfilhamento está ligado ao potencial genético de cada variedade (Oliveira et al., 2007; Bennet et al. 2011), assim, é fator fundamental na produção de cana-de-açúcar juntamente com a altura e diâmetro de colmos (Landell & Silva, 2004; Ferreira et al., 2007).

Santin et al. (2009) obteve uma taxa de perfilhamento 20% menor, em relação aos resultados encontrados na presente pesquisa, com as variedades IACSP94-2101 e CTC2 (12,16 perfilhos/metro) e 10% inferior com a variedade RB867515 aos 13 meses (12,00 perfilhos/metro) avaliando seis variedades tardias em relação às variáveis biométricas no município de Jaboticabal em São Paulo.

A variedade CTC18 foi severamente prejudicada pelas condições de estresse hídrico apresentando o menor perfilhamento durante toda a sua fase fenológica (Tabela 8; Figura 12). Resultados semelhantes foram observados para a variedade IACSP962042 (Machado et al., 2009) e para o híbrido HV-241 de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) (Barreto et al., 2001). O efeito do déficit hídrico sob o perfilhamento de gramíneas é bastante controverso. Resultados neutros, positivos e negativos são observados e estão ligados a fase em que ocorre o estresse (Moreira et al., 1999; Castro & Kluge, 1999; Cunha et al., 2001; Machado et al., 2009).

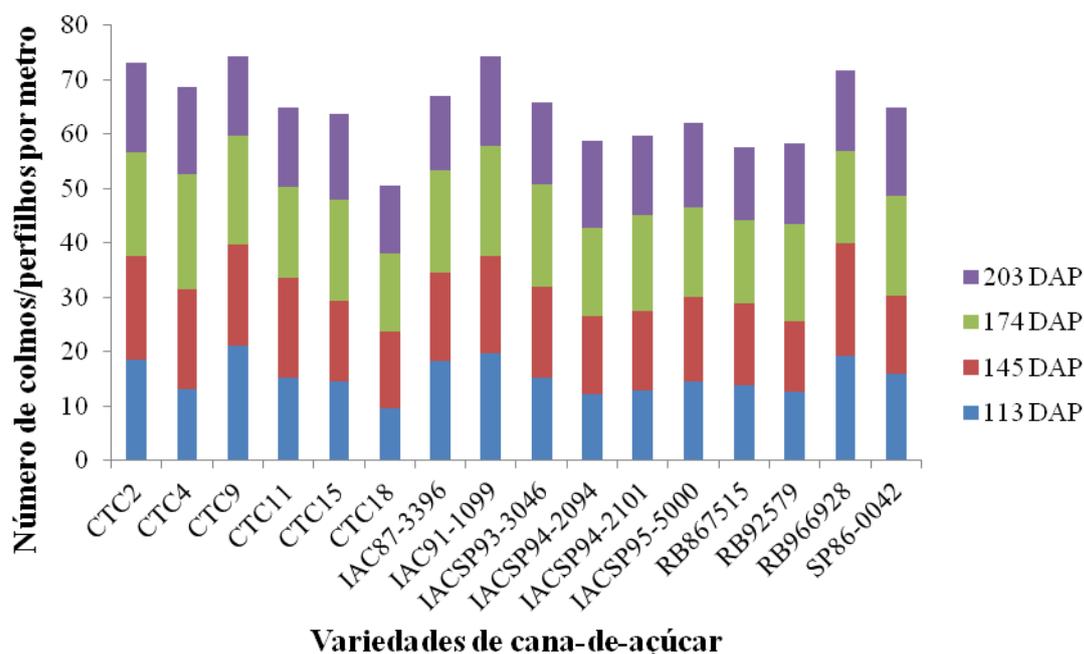


Figura 12. Evolução do número de colmos/perfilhos por metro de variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar.

A quantificação do número de colmos/perfilhos por metro ao longo das fases fenológicas da cultura da cana-de-açúcar é importante para avaliar a adaptabilidade de materiais a diferentes condições ambientais de cultivo e manejo. Essa informação é essencial para programas de melhoramento que buscam a seleção de materiais adaptados às condições edafoclimáticas existentes nos sistemas produtivos no Bioma Cerrado.

O perfilhamento satisfatório possibilita a manutenção da população final ao longo dos cortes devido a colheita mecanizada que aumenta a cada dia e é realidade nas usinas de cana. Outra característica importante nas variedades selecionadas para o ambiente típico de Cerrado é o fechamento das entrelinhas, o que possibilita redução do custo com uso de herbicidas com o controle cultural ou, capina em áreas de cultivo orgânico (Soares et al., 2008). Esta característica, no entanto, está mais relacionada à arquitetura da planta e não somente ao perfilhamento. Porém, ressalta-se, que variedades com baixo perfilhamento são desvantajosas devido a obrigatoriedade de capinas nas entrelinhas.

Tabela 8. Número de colmos/perfilhos por metro e resultados expressos em índice relativo (IR_{Nº de colmos}) comparados à média geral.

Tratamentos	Número de colmos/perfilhos por metro											
	113 DAP	IR	Tukey	145 DAP	IR	Tukey	174 DAP	IR	Tukey	203 DAP	IR	Tukey
CTC2	18,54	1,203	abc	19,09	1,168	ab	19,14	1,068	abc	16,41	1,092	A
CTC4	13,21	0,857	bcd	18,39	1,125	ab	21,11	1,178	a	15,88	1,056	A
CTC9	21,10	1,369	a	18,74	1,146	ab	19,81	1,106	abc	14,70	0,978	A
CTC11	15,24	0,989	abcd	18,29	1,119	ab	16,86	0,941	abc	14,54	0,967	A
CTC15	14,54	0,944	abcd	14,85	0,909	ab	18,53	1,034	abc	15,85	1,054	A
CTC18	9,58	0,621	d	14,03	0,858	b	14,58	0,814	c	12,35	0,821	A
IAC87-3396	18,24	1,184	abc	16,20	0,991	ab	18,83	1,051	abc	13,71	0,912	A
IAC91-1099	19,62	1,273	ab	17,88	1,094	ab	20,26	1,131	ab	16,47	1,095	A
IACSP93-3046	15,15	0,983	abcd	16,75	1,025	ab	18,79	1,049	abc	15,25	1,014	A
IACSP94-2094	12,28	0,797	cd	14,21	0,870	ab	16,31	0,911	abc	16,05	1,067	A
IACSP94-2101	12,91	0,838	bcd	14,68	0,898	ab	17,49	0,976	abc	14,62	0,972	A
IACSP95-5000	14,58	0,946	abcd	15,50	0,949	ab	16,39	0,915	abc	15,61	1,038	A
RB867515	13,83	0,897	abcd	14,96	0,915	ab	15,47	0,864	bc	13,30	0,884	A
RB92579	12,67	0,822	cd	12,95	0,793	b	17,79	0,993	abc	14,91	0,992	A
RB966928	19,24	1,249	abc	20,62	1,261	a	17,02	0,950	abc	14,75	0,981	A
SP86-0042	15,88	1,031	abc	14,44	0,883	ab	18,36	1,025	abc	16,23	1,079	A
M. Geral (V.R.) ²		1,000			1,000			1,000			1,000	
M. Geral (V.A.) ³		15,41			16,35			17,92			15,04	
Teste F ¹												
Tratamentos	5,63**			3,02**			2,73**			1,82 ns		
Blocos	4,27**			5,14**			8,89**			4,32**		
DMS	0,8703			6,5813			5,5056			4,4682		
Média Geral	15,41			16,35			17,92			15,04		
CV	8,71%			15,68%			11,97%			11,57%		

1-Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. ns, * e ** - não significativo, significativo ao nível de 5% e 1 % de probabilidade respectivamente pelo teste F. 2-Valor Relativo. 3-Valor Absoluto.

4.3 MASSA DE DEZ COLMOS e DIÂMETRO DE COLMOS

As variedades de cana-de-açúcar diferiram-se em relação à massa de dez colmos e o diâmetro de colmos (Tabela 9). Os materiais RB867515 e IACSP911099 destacaram-se quanto a massa e diâmetro de colmos. O diâmetro de colmos é dependente de características ligadas ao genótipo (Silva & Costa, 2004), a adubação (Bennet et al., 2011), ao ciclo de maturação (Soares et al., 2004) e ao suprimento hídrico (Silva et al., 2008).

Tabela 9. Massa de dez colmos (kg) e diâmetro médio de colmos (mm) aos 203 DAP.

Tratamentos	Massa de dez colmos (kg)	Tukey	Diâmetro médio de colmos (mm)	Tukey	Produtividade Esperada (t/ha)	Tukey
CTC2	14,40	bcd	28,60	abcdef	163,40	abc
CTC4	14,00	bcd	27,13	ef	150,31	abc
CTC9	18,50	ab	28,90	abcdef	173,17	abc
CTC11	15,10	bc	28,25	cdef	149,08	abc
CTC15	16,30	abc	29,53	abcde	180,38	abc
CTC18	12,95	cd	28,40	bcdef	117,91	bc
IAC87-3396	16,45	abc	30,38	abcde	159,80	abc
IAC91-1099	15,40	bc	32,15	a	189,39	a
IACSP93-3046	15,10	bc	31,65	abc	158,93	abc
IACSP94-2094	10,55	d	25,23	f	112,79	c
IACSP94-2101	14,65	bcd	29,68	abcde	143,60	abc
IACSP95-5000	15,80	bc	31,35	abcd	184,28	ab
RB867515	21,05	a	31,98	ab	188,18	ab
RB92579	18,30	ab	30,58	abcde	180,95	abc
RB966928	15,90	abc	27,88	def	146,65	abc
SP 86-0042	14,20	bcd	27,43	ef	150,70	abc
Teste F						
Tratamentos	6,61**		7,31**		2,84**	
Blocos	0,66 ns		0,25		3,21*	
DMS	4,89		3,71		70,37	
Média Geral	15,54		29,31		159,35	
CV	6,04%		4,94%		17,21	

1 - Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. ns, * e ** - não significativo, significativo ao nível de 5% e 1 % de probabilidade respectivamente pelo teste F.

Relações entre diâmetro, altura e massa de colmos é um indicativo prático interessante. Dias et al. (2012) verificaram que maiores alturas e rendimentos de biomassa

estão associados à menores diâmetros de colmos. Tal comportamento não ocorreu para a variedade IACSP942094 que apresentou valores baixos de altura, diâmetro e massa de colmos (Figura 13). Isto mostra o efeito que o estresse hídrico pode proporcionar no crescimento da planta, principalmente para variedades mais sensíveis.

A variedade RB966928 apresentou internódios com muitas rachaduras. Essas aberturas podem servir de entrada para fungos, diminuindo a qualidade da matéria-prima principalmente para produção de açúcar. O programa de melhoramento desta variedade afirma que tal caractere não afeta a qualidade da cana.

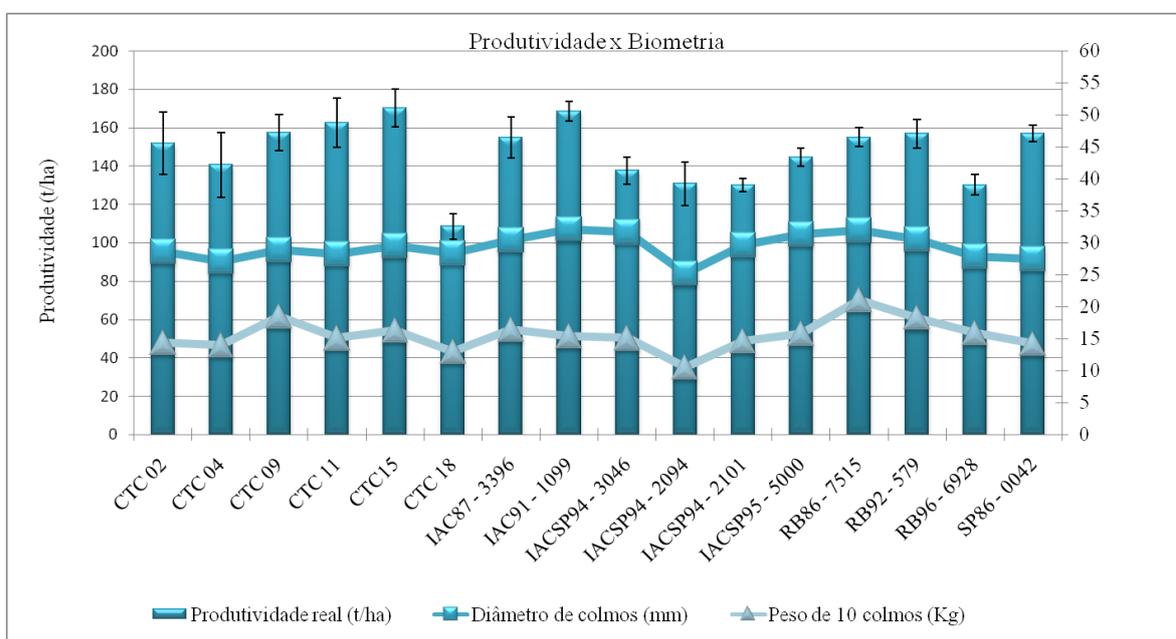


Figura 13. Massa de dez colmos (kg) e diâmetro médio de colmos (mm) aos 203 DAP.

4.4 PRODUTIVIDADE ESPERADA

A produtividade esperada foi obtida conforme equação proposta por Landell & Silva (2004). As variedades diferiram-se entre si para esta variável (Tabela 9).

As variedades IACSP91-1099, RB867515 e IACSP95-5000 obtiveram uma produtividade superior a 188 t ha^{-1} . Esse alto potencial produtivo está relacionado ao maior diâmetro de colmos (Tabela 9). As variedades CTC2, CTC9, CTC15, IAC87-3396 e RB92579 apresentaram produtividades superiores a média geral, sendo consideradas

altamente produtivas. A variedade IACSP94-2094 apresentou a menor produtividade esperada devido ao baixo diâmetro de colmo.

4.5 PRODUTIVIDADE REAL

As variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar diferiram-se em relação a produtividade real (Tabela 10).

As variedades CTC15 e IACSP911099 possuíram produtividades superiores a 160 t ha^{-1} (Tabela 10). Altos valores de colmos/metro e diâmetro de colmos contribuíram para este desempenho (Tabela 10). As variedades CTC2, CTC9, IAC87-3396, RB867515, RB92579 e SP86-0042 obtiveram resultados acima da média geral de $147,32 \text{ t ha}^{-1}$, apresentando grande potencial para serem utilizadas em ambientes irrigados no Cerrado goiano.

As variedades CTC4, IACSP93-3046, IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP95-5000 e RB966928 apesar de não alcançarem resultados superiores à média geral de todas as variedades, apresentaram produtividades expressivas para região. Atualmente, estes materiais estão em multiplicação para fins comerciais visando a adaptabilidade a diversas condições de manejo e produção.

A variedade CTC18 apresentou a menor produtividade entre os materiais avaliados (Tabela 10). A condição de estresse hídrico impactou negativamente o perfilhamento e o acúmulo de biomassa do colmo. Silveira et al. (2002), Oliveira et al. (2008) e Oliveira et al. (2011) verificaram que as variedades RB763710, IACSP813250, RB92579, RB72454, RB867515, IACSP801816 e RB85-5453 apresentaram maiores produtividades em sistemas irrigados.

O estresse por deficiência hídrica é considerado como o fator de maior restrição na produção e estabilidade da produtividade de culturas em muitas regiões do mundo (Heinemann, 2010). O não atendimento à necessidade evapotranspirométrica durante as etapas fenológicas afeta negativamente a produção e produtividade de várias culturas, como o feijão (Garcia et al., 2009; Sousa et al., 2009), o gergelim (Bezerra et al., 2010), o café (Pinotti et al., 2009), girassol (Castro et al., 2006), rabanete (Bregonci et al., 2008), batata (Pastorini et al., 2003), milho (Heinemann et al., 2009), arroz (Heinemann & Stone, 2009; Mauad et al., 2011) e soja (Fioreze et al., 2009).

A tolerância ao estresse hídrico está relacionada a fatores morfológicos, fisiológicos, bioquímicos e metabólicos (Larcher, 2000). Cutículas mais espessadas evitam a perda de água por transpiração (Castro et al., 2009). Aumentos na síntese de prolina, superóxido dismutase, catalase, peroxidase e ácido abscísico atuam como mensageiros em vias de respostas na percepção e atuação em vias de crescimento em situações de estresse hídrico e outros estressores ambientais (Baninasab & Ghobadi, 2011; Pacheco et al., 2011; Sharma et al., 2011). Guimarães et al. (2008) verificaram que a variedade RB72454, sob condição de restrição hídrica, obteve maiores teores de prolina associados ao maior acúmulo de massa seca e crescimento de colmos.

Tabela 10. Produtividade e análise tecnológica da cana-de-açúcar no momento da colheita aos 396 DAP.

Tratamentos	Produtividade t ha ⁻¹	Tukey	TPH	Tukey	ATR kg	Tukey	ANÁLISE TECNOLÓGICA							
							POL (%)	Tukey	Pureza (%)	Tukey	Fibra	Tukey	Umidade	Tukey
CTC2	151,93	abc	17,72	bcde	122,90	bc	11,69	bc	80,55	abc	11,98	a	72,93	ab
CTC4	140,68	cd	15,34	ef	118,35	bc	10,94	bc	77,72	bc	10,49	a	75,09	a
CTC9	157,48	abc	23,19	a	146,12	a	14,66	a	86,89	a	11,90	a	70,56	b
CTC11	162,62	ab	20,90	ab	131,78	ab	12,84	ab	83,26	ab	11,17	a	72,87	ab
CTC15	170,26	a	20,03	abcd	124,50	bc	11,82	bc	80,04	abc	12,32	a	72,36	ab
CTC18	108,60	e	12,86	f	123,59	bc	11,85	bc	81,67	ab	11,38	a	73,59	ab
IAC87-3396	154,85	abc	18,90	abcde	127,12	ab	12,21	ab	81,47	abc	11,79	a	72,64	ab
IAC91-1099	168,59	a	20,67	abc	127,38	ab	12,26	ab	81,99	ab	10,67	a	73,90	ab
IACSP93-3096	137,63	cd	16,98	bcdef	128,24	ab	12,36	ab	82,20	ab	10,27	a	74,26	ab
IACSP94-2094	130,82	d	16,74	bcdef	131,46	ab	12,84	ab	83,47	ab	11,94	a	72,10	ab
IACSP94-2101	129,99	d	15,33	def	123,20	bc	11,71	bc	80,58	abc	10,87	a	74,14	ab
IACSP95-5000	144,57	bcd	18,28	bcde	130,84	ab	12,65	ab	82,19	ab	11,22	a	72,85	ab
RB867515	154,98	abc	17,69	bcde	121,15	bc	11,41	bc	79,59	bc	10,97	a	74,21	ab
RB92579	156,93	abc	15,02	ef	106,14	c	9,40	c	74,39	c	11,00	a	75,96	a
RB966928	130,26	d	16,12	cdef	127,51	ab	12,33	ab	82,42	ab	11,72	a	72,76	ab
SP86-0042	156,93	abc	19,18	abcde	127,72	ab	12,29	ab	81,97	ab	10,61	a	73,92	ab
Teste F														
Tratamentos	16,37**		8,27**		4,28**		4,09**		3,66**		1,45 ns		2,13*	
Blocos	6,08**		2,46 ns		0,44 ns		0,24 ns		0,08 ns		3,70*		0,75 ns	
DMS (5%)	21,08		4,75		20,31		2,76		7,25		2,62		4,49	
Média Geral	147,32		17,80		126,12		12,08		81,27		11,27		73,38	
CV	5,58%		10,4%		6,27%		8,90%		3,48%		9,06%		2,39%	

1-Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. ns, * e ** - não significativo, significativo ao nível de 5% e 1 % de probabilidade respectivamente pelo teste F.

4.6 QUALIDADE DA CANA

As variedades apresentaram comportamentos distintos em relações aos parâmetros tecnológicos avaliados, com exceção da variável fibra (Tabela 10). A indústria sucroalcooleira é dependente do fornecimento contínuo de matéria prima de qualidade para um alto rendimento industrial (Deuber, 1988).

Os valores encontrados de ATR neste trabalho variaram de 106,14 Kg a 146,12 Kg. Estes valores são similares aos encontrados por Vieira et al. (2012) em seu estudo de produtividade de cana em função de lâminas de água variando da ordem de 110 Kg a 147 Kg de ATR.

A média geral do teor de fibra foi de 11,27%, valor similar ao obtido por Maschio (2011) de 11,3% para variedades com irrigação suplementar de 70% do déficit hídrico. As variedades CTC2, CTC9, CTC15, e RB966928 ficaram 18%, 13%, 3% e 19,6% superiores em fibra ao encontrado por Maschio (2011), respectivamente. Este fato pode ser explicado pelo déficit hídrico mais acentuado no trabalho conduzido com irrigação suplementar de 50% do déficit. Estes teores de fibras ainda são considerados baixos para sustentação da cana-de-açúcar em altas produtividades, pois constata-se a campo que devido a grande quantidade de massa verde as mesmas vem a acamar, ocasionando perdas durante o processo de colheita mecanizada.

A variedade CTC9 destacou-se por apresentar os maiores valores de TPH, ATR, POL, PUREZA e menor teor de umidade (Tabela 10). O alto valor de TPH mostra a grande viabilidade de retorno econômico com o uso deste material para processamento industrial. Além disso, trata-se de uma excelente opção para cultivo em áreas orgânicas devido a alta qualidade da matéria prima sem o uso de maturadores químicos.

As variedades CTC11, CTC15, IAC87-3396, IAC91-1099, IACSP95-5000 e SP86-0042 obtiveram resultados de TPH superiores a média geral de TPH 17,80. Porém ficaram limitados à época de colheita, sendo que poderiam ter alcançados valores superiores por se tratarem de variedades com ciclo variando de médio a médio-tardio.

A variedade RB92579 possuiu uma matéria prima de baixa qualidade, devido aos baixos valores de ATR, POL, PUREZA e alto teor de umidade. Guimarães et al. (2011) afirmam que o teor de sacarose (POL) desta variedade é influenciado negativamente por condições de déficit hídrico, o que pode ter contribuído para o baixo

desempenho. Maschio (2011) observaram que esta mesma variedade em condições de estresse hídrico de 70% obteve um declínio acentuado na produtividade.

4.7. CORRELAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS DE PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR

As variáveis comprimento, massa de dez colmos e número de colmos/metro têm impacto direto na produtividade (Tabela 11). As maiores correlações positivas encontradas nesta análise são 0,6546 para correlação entre comprimento de colmos e peso de dez colmos e 0,6950 para correlação entre peso de dez colmos e diâmetro de colmos. Este resultado mostra a importância da densidade da cana na produtividade. Devido a isso, ressalta-se que deve ter cuidado no manejo de variedades que apresentem florescimento. O uso de maturadores é uma boa alternativa para evitar perdas de produtividades em anos floríferos.

Tabela 11. Coeficientes de correlação simples entre as variáveis: produtividade ($t\ ha^{-1}$), comprimento de colmos, massa de dez canas, número de colmos/perfilhos por metro e diâmetro de colmos.

Correlação Simples			Coefficiente de correlação (r)	Significância ¹
Produtividade	X	Comprimento	0,3298	**
Produtividade	X	Massa de dez colmos	0,3335	**
Produtividade	X	Perfilhamento	0,3484	**
Produtividade	X	Diâmetro	0,2368	ns
Comprimento	X	Massa de dez colmos	0,6546	**
Comprimento	X	Perfilhamento	0,0074	ns
Comprimento	X	Diâmetro	0,0500	ns
Massa de dez colmos	X	Perfilhamento	-0,1016	ns
Massa de dez colmos	X	Diâmetro	0,6950	**
Perfilhamento	X	Diâmetro	-0,1114	ns

1 - ns e ** - não significativo, significativo ao nível de 1 % de probabilidade respectivamente pelo teste F.

5 CONCLUSÃO

Para as 16 variedades avaliadas, as variedades que mais se destacaram em produtividade, foram CTC15 e IAC91-1099.

A variedade CTC18 obteve resultados inferiores em produtividade, TPH e número de perfilhos.

A variedade CTC9 apresenta um bom desempenho produtivo e tecnológico em condições de irrigação suplementar no Vale do São Patrício.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que cada variedade possui comportamento diferenciado quando submetidas à ambiente irrigado. Porém não se conhece ainda se existem diferenças de K_c para cada variedades. À medida que os programas de melhoramento de variedades de cana-de-açúcar avançam com novos materiais cada vez mais produtivos, com certeza muda-se o nível de resposta à irrigação. Portanto, estudos que relacionam às respostas de variedades a irrigação devem ser contínuos. O planejamento destes trabalhos deve contemplar ambientes distintos e preferencialmente com manejos variados. Necessita-se também do desenvolvimento de equipamentos de irrigação específicos para irrigar a cana-de-açúcar em todas as fases. Isto é essencial para o sucesso da pesquisa com esta finalidade.

Do ponto de vista metodológico, recomenda-se realizar as medições de altura de plantas até o momento da colheita e sempre na primeira dewlep visível. Porém, existe a dificuldade quando se trata de parcelas no campo conforme foi utilizado neste experimento com área de 90 m². Nesta condição as parcelas ficam expostas ao campo, e as mesmas sujeitas à rajadas de ventos recorrentes na região do Cerrado Goiano, sempre no final do período chuvoso, vindo assim a sofrerem tombamentos. Este tombamento é resultante da grande quantidade de massa verde acumulada na planta no período.

7 REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, A. G. **Sugarcane physiology**: a comprehensive study of the *Saccharum* source-to-sink system. Amsterdam: Elsevier, 1973. 752 p.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO. 2008. 300 p.
- ALMEIDA, A. C. S.; SOUZA, J. L.; TEODORO, I.; B, G. V. S.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JÚNIOR, R. A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1441-1448, 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2012. Brasília: ANA, 2012. 215 p.
- ALFONSI, R. R. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. (Coord.). **Cana-de-açúcar**: cultivo e utilização. 1. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 42-55.
- ANJOS, I. A.; FIGUEIREDO, P. A. M. Aspectos fitotécnicos do plantio. In: MIRANDA, L. L. D.; VASCONCELOS, A. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Fundação Cargill, 2008. cap. 27, p. 585-611.
- ARANTES, M. T. **Potencial produtivo de cultivares de cana-de-açúcar sob os manejos irrigado e sequeiro**. 2012. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.
- AUDE, M. I. S. Estádios de desenvolvimento da cana-de-açúcar e suas relações com a produtividade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 241-248. 1993.
- BANINASAB, B.; GHOBADI, C. Influence of paclobutrazol and application methods on high-temperature stress injury in cucumber seedlings. **Journal of Plant Growth Regulation**, Nova Iorque, v. 30, n. 2, p. 213-219, 2011.
- BARLOW, E. W. R.; MUNNS, R. E.; BRADY, L. J. Drought responses of apical meristems. In: TURNER, N. C.; KRAMER, P. J. (Eds.). **Adaptation of plants to water and high temperature stress**. New York: Wiley, 1980. p.191-205.
- BARRETO, G. P.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B. Avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um híbrido com o milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) submetidos a estresse hídrico. 1. Parâmetros morfológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 1-6, 2001.

BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GARCIA, C. M. DE P.; MAESTRELO, P. R. Produtividade e desenvolvimento da cana-planta e soca em função de doses e fontes de manganês. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1661-1667, 2011.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa- MG: Imprensa Universitária, 2005, 611p.

BERNARDO, S. **Manejo da irrigação na cana-de-açúcar**. Palestra no XVI CONIRD. Goiânia-GO. 2006. 11 p. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Cana_irrigada_producao_000fizvd3t102wyiv802hvm3jwlwle6b8.pdf>. Acesso em: 14/02/2013.

BERTRAND, A. R. Rate of water intake in the field. In: BLACK, C. A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 197-209.

BEZERRA, S. A.; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C. A. V.; SILVA, M. B. R.; SILVA, M. M. Produção do gergelim cultivado sob condições de estresse hídrico e diferentes doses de adubação. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 3, p. 156 -165, 2010.

BIDOIA, M. A. P.; BIDOIA, M. A. P. Experimentação com cana-de-açúcar. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Org.) **Cana-de-açúcar**. 1 ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 809-819.

BRASILAGRO. **Goiás tem maior produção de cana de toda a história**. Disponível em: <<http://www.brasilagro.com.br/index.php?/noticias/detalhes/12/48716>>. Acesso em 01 fev. 2013.

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. S. A. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2009. 77 p. (Boletim Técnico, 106, Edição revista e atualizada).

CANASAT. **Monitoramento de cana-de-açúcar via imagens de satélite**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/>>. Acesso em 01 fev. 2013.

CASAGRANDE, A. A.; VASCONCELOS, A. C. M. Fisiologia da parte aérea. In: MIRANDA, L. L. D.; VASCONCELOS, A. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008. p. 57-78.

CASTRO, C. de; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, R. F.; DECHEN, A. R. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 214-220, 2006.

CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia Vegetal: Estrutura e Função de Órgãos Vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009. 234 p.

- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais**. São Paulo: Nobel, 1999. 126 p.
- 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.
- CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, Oxford, v. 103, n. 4, p.551-560, 2009.
- CNA, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Análise do PIB das cadeias produtivas de algodão, cana-de-açúcar, soja, pecuária de corte e de leite no Brasil**. Desenvolvimento metodológico e cálculo do PIB das cadeias produtivas de algodão, cana-de-açúcar, soja, pecuária de corte e de leite no Brasil. Brasília, 2012. 68 p. Disponível em: <<http://www.canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/pib-cadeias-produtivas-web.pdf>>. Acesso em: 28 de jan. de 2013.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, primeiro levantamento, maio/2011**. Brasília: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2011. 14 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, terceiro levantamento, dezembro/2012 - Companhia Nacional de Abastecimento**. – Brasília : Conab 2013. 18 p.
- CONSECANA. **Manual de Instruções**. Piracicaba: Consecana, 2006. 112 p.
- COPERSUCAR. **Nona geração de variedades de cana-de-açúcar Copersucar**. Piracicaba: 2003. 15 p. (Boletim Técnico Copersucar, Edição Especial).
- CRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. In: PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NOBREGA, J. C. M. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p.158.
- CTC. Revista Variedades CTC 2011. Piracicaba: CTC, 2011. 51 p.
- CUNHA, M. A. D.; LEITE, G. G.; DIOGO, J. M. da S.; VIVALDI, L. J. Características morfológicas do *Paspalum atratum* cv. Pojuca submetido ao pastejo rotacionado. Dinâmica de perfilhamento e alongação de folhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 935-940, 2001 .
- DALRI, A. B. Irrigação em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livrocere, 2006. p. 157-170.
- DANTAS NETO, J.; FIGUEREDO, J. L. C.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, H. M. de; 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**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 283–288, 2006.

DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região Sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, 1988. p.33-40.

DIAS, C. M. O.; CORSATO, C. E.; SANTOS, V. M.; SANTOS, A. F. S. Indicadores fitotécnicos, de produção e agroindustriais em cana-de-açúcar cultivada sob dois regimes hídricos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 58-65, 2012.

DOORENBOS, J., KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. FAO/UFPB, Campina Grande, 1994. 306p..

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 2000. 221 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Informação Tecnológica, 2009. 628 p.

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, 2008.

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.

FERRARI, F. **Caracterização cromossômica em cana-de-açúcar**. 2010. 91 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)-Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

FERREIRA, F. M.; BARROS, W. S.; SILVA, F. L.; BARBOSA, M. H. P.; CRUZ, C. D.; BASTOS, I. T. Relações fenotípicas e genotípicas entre componentes de produção em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 605-610, 2007.

FIGUEIREDO, S. L.; PIVETTA, L. G.; FANO, A.; MACHADO, F. R.; GUIMARÃES, V. F. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.3, p. 342-349, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT. **Database Results**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

GARCIA, G. O.; MARTINS FILHO, S.; NAZÁRIO, A. A.; MORAES, W. B.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C. Estresse hídrico e salino na produção relativa e potencial de água na folha do feijoeiro. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 470-480, 2009.

GONÇALVES, E. R.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ENDRES, L. B.; TADEU, P.; DUARTE, W. G. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 378-386, 2010.

GUIMARAES, E. R.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R.; FERRO, M. I. T.; RAVANELI, G. C.; SILVA, J. A. Free proline accumulation in sugarcane under water restriction and spittlebug infestation. **Scientia agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 628-633, 2008.

GUIMARÃES, A. C. R. **Caracterização de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) submetidas a déficit hídrico**. 2011. 66 f. Tese (Mestrado em Ciências: Irrigação e Drenagem)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, 2011.

HEINEMANN, A. B. Caracterização dos padrões de estresse hídrico para a cultura do arroz (ciclo curto e médio) no estado de Goiás e suas conseqüências para o melhoramento genético. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 29-36, 2010 .

HEINEMANN, A. B.; ANDRADE, C. L. T.; GOMIDE, R. L.; AMORIM, A. O.; PAZ, R. L. Padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho (safra normal e safrinha) no estado de Goiás e suas conseqüências para o melhoramento genético. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1026-1033, 2009.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F. Efeito da deficiência hídrica no desenvolvimento e rendimento de quatro cultivares de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 134-139, 2009.

HENRY, R. J. Basic Information on the sugarcane plant. In: HENRY, R.; KOLE, C. (Ed.). **Genetics, genomics and breeding of sugarcane**. New York: CRC Press, 2010. p. 1-7.

HERNANDEZ, F. B. T. Manejo da irrigação. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/curso3.htm>. Acesso em: 14 fev. 2013.

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

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**, Amsterdam, v. 96, p.982-990, 2009.

KORNDÖRFER, G. H. Importância da adubação na qualidade da cana-de-açúcar. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. (Ed.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 133-142.

KRAMER, P. J. **Water relations of plants**. New York: Academic Press, 1983. 489p.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; VASCONCELOS, A. C. M.; XAVIER, M. A.; BIDOIA, M. A. P.; PRADO, H.; SILVA, M. A.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SANTOS, A. S. S.; PERECIN, D.; ROSSETTO, R.; SILVA, D. N.; MARTINS, A. L. M.; GALLO, P. B.; KANTHACK, R. A. D.; CAVICHIOLI, J. C.; VEIGA FILHO, A. A.; ANJOS, I. A.; AZANIA, C. A. M.; PINTO, L. R.; SOUZA, S. C. **Variedades de cana-de-açúcar para o Centro-Sul do Brasil: 15ª liberação do programa cana IAC (1959 – 2005)**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2005. 33 p. (Boletim Técnico, 197).

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; VASCONCELOS, A. C. M.; XAVIER, M. A.; BIDOIA, M. A. P.; SILVA, D. N.; ANJOS, I. A.; PRADO, H.; PINTO, L. R.; SOUZA, S. C. D.; SCARPARI, M. S.; ROSA JUNIOR, V. E.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; AZANIA, C. A. M.; PERECIN, D.; ROSSETTO, R.; SILVA, M. A.; MARTINS, A. L. M.; GALLO, P. B.; KANTHACK, R. A. D.; CAVICHIOLI, J. C.; VEIGA FILHO, A. A.; MENDONÇA, J. R.; DIAS, F. L. F.; GARCIA, J. C. **Variedades de cana-de-açúcar para o Centro-Sul do Brasil: 16ª liberação do programa cana IAC (1959 – 2007)**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. 35 p. (Boletim Técnico, 201)

LANDELL, M. G. A.; XAVIER, M. A. I.; ANJOS, I. A.; VASCONCELLOS, A. C. M.; PINTO, L. R.; CRESTE, S. Manejo varietal em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NOBREGA, J. C. M. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p. 57-65.

LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. As estratégias de seleção da cana em desenvolvimento no Brasil. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 18-23, 2004.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

MACEDO, I. C. Situação atual e perspectivas do etanol. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n 59, p. 157-165, 2007.

MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; LANDELL, M. G. A. Respostas biométricas e fisiológicas ao deficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1575-1582, 2009.

MACHADO, T.; NEVES, M. F.; NETO, S. B. Viabilidade econômica da irrigação localizada na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., 2002. Passo Fundo. **Anais...** Rio Grande do Sul: (UPF), 2002.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. **Intercâmbio comercial do Agronegócio: principais mercados de destino**. Brasília: Mapa/ACS, 2011. 459 p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. **Plano Agrícola e Pecuário 202/2013**. Brasília, 2012. 138 p. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Politica_Agricola/Plano%20Agr%C3%ADcola%202012_2013/PAP2012_release%20atualizado.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2013.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALERETTI, L. F. **Irrigação – Princípios e métodos**. Viçosa: UFV. 2009. 355p

MANZATTO, C. V.; ASSAD, E. D; BACCA, J. F. M.; ZARONI, M. J.; PEREIRA, S. E. **M. Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55 p.

MASCHIO, R. **Produtividade da água em biomassa e energia para 24 variedades de cana-de-açúcar**. 2011. 87 f. Tese (Mestrado em Ciências: Irrigação e Drenagem)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MAUAD, M.; CRUSCIOL, C. A. C. & GRASSI FILHO, H. Produção de massa seca e nutrição de cultivares de arroz de terras altas sob condição de déficit hídrico e adubação silicatada. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 939-948, 2011.

McCREE, K. J.; FERNÁNDEZ, C. J. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. **Crop Science**, Madison, v.29, n. 2, p.353-360, 1989.

MOREIRA, M. A.; ANGULO FILHO, R.; RUDORFF, B. F. T. Eficiência do uso da radiação e índice de colheita em trigo submetido a estresse hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento. **Scientia agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 597-603, 1999.

MOZAMBANI, A. E.; PINTO, A. DE S.; SEGATO, S. V., MATTIUZ, C. F. M. História e Morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p. 11-18.

MUKHERJEE, S. K. Origin and distribution of *Saccharum*. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 119, n. 1, p. 55-61, 1957.

NEVES, M. F.; CONEJERO, M. A. **Estratégias para a cana no Brasil: um negócio classe mundial**. São Paulo: Atlas, 2010. 288 p.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 71-76, 2007.

OLIVEIRA, R. A. et al. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no Estado do Paraná: taxas de crescimento. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 6, n. 1-2, p. 85-89, 2005.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 5, n. 1/2, p. 87-94, 2004.

OLIVEIRA, E. C. A. de; OLIVEIRA, A. C. de; OLIVEIRA, R. I. de; COSTA, S. A. da; SIMÕES NETO, D. E.; FREIRE, F. J. Rendimento de colmo e atributos tecnológicos de cultivares de cana-de-açúcar, plantadas no Nordeste, sob dois sistemas de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. , p. 756-761.

OLIVEIRA, F. M.; ASPIAZU, I.; K, M. K.; BORGES, I. D.; PEGORARO, R. F.; VIANNA, E. J. Crescimento e produção de variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes adubações e estresse hídrico. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, São Luís, v.5, n. 1, p. 56-67, 2011.

PACHECO, A. C.; CAMARGO, P. R.; SOUZA, C. G. M. Deficiência hídrica e aplicação de ABA nas trocas gasosas e no acúmulo de flavonoides em calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Acta Scientiarum Agronomy (Online)**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 275-281, 2011 .

PASTORINI, L. H.; BACARIN, M. A.; TREVIZOL, F. C.; BERVALD, C. M. P.; FERNANDES, H. S. Produção e teor de carboidratos não estruturais em tubérculos de batata obtidos em duas épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 660-665, 2003.

PERECIN, D. Experimentação com cana-de-açúcar. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Org.) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 809-819.

PETRY, C. **Adaptação de cultivares de soja a deficiência hídrica no solo**. 1991. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.

PINOTTI, E. B.; BARBOSA, R. Z.; ARAÚJO, H. M.; PERÃO, G. H. Utilização do estresse hídrico induzido no cafeeiro. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.15, n. 6, p.1-8, 2009.

PRADO, A. P. A. Perfilamento e produção de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em função da densidade de plantio. Piracicaba, 1988. 69 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L.; FERREIRA, F. A. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150 p.

RAMESH, P. Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v. 85, p. 83-89, 2000.

RAMESH, P.; MAHADEVASWAMY, M. Effect of formative phase drought on different classes of shoots, shoot mortality, cane attributes, yield and quality of four sugarcane cultivars. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v. 185, p. 249-258, 2000.

RIBEIRO, N. V.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C. Expansão da Cana-de-açúcar no Bioma Cerrado: uma análise a partir da modelagem perceptiva de dados cartográficos e orbitais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009. **Resumos...**Natal: INPE, 2009. p. 4297-4293.

RIDESA. Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Curitiba: RIDESA, 2010. 136 p.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S. ; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p.153-156, 2008.

SANTIN, I.; SILVA NETO, F.; TASSO JUNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. Biometria em cultivares tardios em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 21, 2009. São José do Rio Preto. **Anais**. São Paulo (UNESP). Disponível em: <http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_38396660824.pdf> Acesso em: 28 de janeiro de 2013.

SANTOS, M. A. L. **Irrigação suplementar da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*): um modelo de análise de decisão para o Estado de Alagoas**. 2005. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Irrigação e Drenagem)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SANTOS, M. H. M. C. **A expansão canavieira em Goiás e seus reflexos: exemplo de Santa Helena de Goiás (tratamento gráfico da informação)**. 1987. 174 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1987.

SANTOS, R. F.; CALESSO, R. Déficit hídrico e processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SCARDUA, R.; ROSENFELD, U. Irrigação da cana-de-açúcar. In: **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 373-431.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. **Estimativa da maturação e otimização da cana-de-açúcar**. Piracicaba: NOTESALQ, 2004. 8 p.

SHABANI, A.; SEPASKHAH, A. A.; KAMGAR-HAGHIGHI, A. A. Responses of agronomic components of rapeseed (*Brassica napus* L.) as influenced by deficit irrigation, water salinity and planting method. **International Journal of Plant Production**, Gorgan, v. 7, n. 2, p. 313-340, 2013.

SHARMA, D. K.; DUBEY, A. K.; SRIVASTAV, M.; SINGH, A. K.; SAIRAM, R. K.; PANDEY, R. N.; DAHUJA, A.; KAUR, C. Effect of putrescine and paclobutrazol on growth, physiochemical parameters, and nutrient acquisition of salt-sensitive citrus rootstock *Karna khatta* (*Citrus karna* Raf.) under NaCl stress. **Journal of Plant Growth Regulation**, Nova Iorque, v. 30, n. 3, p. 301-311, 2011.

SILVA, A. L. C.; COSTA, W. A. J. M. Varietal variation in growth, physiology and yield of sugarcane under two contrasting water regimes. **Tropical Agricultural Research and Extension**, Kamburupitiya, v. 12, n. 2, p. 97-102, 2009.

SILVA, M. A.; GAVA, G. J. C.; CAPUTO, M. M.; PINCELLI, R. P.; JERONIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S. Uso de reguladores de crescimento como potencializadores do perfilhamento e da produtividade da cana-soca. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 545-552, 2007.

SILVA, M. A.; SOARES, R. A. B.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P. Agronomic performance of sugarcane families in response to water stress. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 656-661, 2008.

SILVA, A. A.; MIZIARA, F. A expansão da fronteira agrícola em Goiás e a localização das usinas de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2011.

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

SILVEIRA, L. C. I. da; BARBOSA, M. H. P.; OLIVEIRA, M. W. de. Níveis de variedades de cana-de-açúcar predominantes nas principais regiões produtoras de cachaça de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 25-32, 2002.

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

SOARES, R. A. B.; OLIVEIRA, P. F. M.; CARDOSO, H. R.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A.; ROSENFELD, U. Efeito da irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade de duas variedades de cana-de-açúcar colhidas em início de safra. **STAB – Açúcar, Álcool & Subprodutos**, Piracicaba, v. 22, n. 4, p. 38-41. 2004.

SOARES, R. A. B.; GARCIA, J. C.; ZANATTA, G. S. C. C.; BRITO, M. C. Produção de cana orgânica. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Org.) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 763-790.

SORDI, R. de A.; BRESSIANI, J. A.; BRAGA JR., R. L. do C. **Técnicas de plantio, condução e análise de ensaios em cana-de-açúcar**. Piracicaba: CTC – Centro de Tecnologia Canavieira – Programa de variedades, 2004. 22 p.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 63-96.

SOUZA, M. A.; LIMA, M. D. B.; SILVA, M. V. V.; ANDRADE, J. W. S. Estresse hídrico e profundidade de incorporação do adubo afetando os componentes de rendimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 175-182, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. 798 p.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 722 p.

TEIXEIRA, E. N.; MANTOVANI, E. C.; VIEIRA, G. H. S.; COELHO, M. B.; FERNANDES, A. L. T. Interceptação de água pelo dossel da cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 1, p. 71-84, 2012.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (UNICA). **Institucional**. Ribeirão Preto, 2013. Disponível em:
<<http://www.unica.com.br/noticia/18631428920340519885/safra-praticamente-encerrada-no-centro-sul-totaliza-531-por-cento2C35-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2013.

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.

WIEDENFELD, R. P. Water stress during different sugarcane growth periods on yield and response to N fertilizer. **Agricultural Water Management**, Texas, v. 43, n. 2, p. 173-182, 2000.