



PRODUTIVIDADE DE DIFERENTES VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS À CONDIÇÃO DE DÉFICIT HÍDRICO

Larissa Moreira de Sousa^{1*}, Patrick Francino Campos², José Alves Júnior¹, Derblai Casaroli¹,
Adão Wagner Pêgo Evangelista¹

RESUMO: O cultivo da cana-de-açúcar possui reconhecida importância socioeconômica no Brasil, sendo o estado de Goiás o segundo maior produtor nacional. Goiás possui um déficit hídrico típico da região do Cerrado, que pode ocasionar significativa perda de produtividade das culturas agrícolas, como a cana-de-açúcar. Além disso, há carência de variedades de cana-de-açúcar adaptadas a este déficit hídrico. Objetivou-se avaliar a produtividade de variedades de cana-de-açúcar cultivadas no Cerrado goiano. O experimento foi conduzido em Goianésia - GO, em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, de textura argilosa de maio de 2013 a outubro de 2014, em cultivo de 2ª soca. Utilizaram-se blocos ao acaso, com 16 tratamentos (variedades): CTC2, CTC4, CTC9, CTC11, CTC15, CTC18, IAC87-3396, IAC91-1099, IACSP94-3046, IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP95-5000, RB867515, RB92579, RB966928 e SP86-0042; e oito repetições. As maiores produtividades foram detectadas nas variedades IAC91-1099, CTC15 e CTC2, com produtividade média de 107 t ha⁻¹, sendo as menores médias observadas nas variedades CTC9, IACSP94-2101, IACSP95-5000 e RB92-579, com produtividade média de 74 t ha⁻¹.

Palavras-chave: *Saccharum ssp.*, adaptabilidade climática, estresse hídrico.

PRODUCTIVITY OF DIFFERENT SUGARCANE VARIETIES SUBMITTED TO THE WATER STRESS CONDITION

ABSTRACT: The cultivation of sugarcane has socio-economic importance recognized in Brazil, where in the State of Goiás is the second largest national producer. Goiás has a typical drought in the Cerrado region, which can cause significant loss of productivity of agricultural crops such as sugarcane. In addition, there are few varieties of sugarcane adapted to this drought. The objective was to evaluate the productivity of varieties of sugarcane grown in the Cerrado region in Goiás. The experiment was conducted in Goianésia - GO, in a Red-Yellow Dystrophic Latosol, with clay texture from May 2013 to October 2014, in 2nd harvest condition. It was used a randomized block design with 16 treatments (varieties): CTC2, CTC4, CTC9, CTC11, CTC15, CTC18, IAC87-3396, IAC91-1099, IACSP94-3046, IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP95-5000, RB867515, RB92579, RB966928 and SP86-0042; and eight repetitions. The highest yields were detected in the varieties IAC91-1099, CTC15 and CTC2, with average yield of 107 t ha⁻¹, with the lowest average verified in CTC9 varieties, IACSP94-2101, IACSP95-5000 and RB92579, with average yield of 74 t ha⁻¹.

Key-words: *Saccharum ssp.*, climatic adaptation, water stress.

¹ Universidade Federal de Goiás - UFG. *E-mail: larissamoreira00@gmail.com. Autor para correspondência.

² Usina Jalles Machado.

Recebido em: 06/01/2017. Aprovado em: 23/01/2017.

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário mundial como o maior produtor de cana-de-açúcar, com mais de 9 milhões de hectares plantados para a safra 2014/2015 (IBGE, 2015). Os bons números e o aprimoramento tecnológico permitem que o país seja também o maior produtor mundial de açúcar, com 768 milhões de toneladas por ano, mais que o dobro do segundo colocado que é a Índia com 346 toneladas (FAOSTAT, 2014). A partir do apelo por combustíveis renováveis e pela diversificação da matriz energética, a cana-de-açúcar recebeu ainda mais importância no cenário mundial. O desenvolvimento de veículos bicompostíveis e a possibilidade de se utilizar o etanol misturado à gasolina contribuíram ainda mais para o crescimento e expansão da cultura no Brasil (CONAB, 2015). A cana-de-açúcar é a segunda cultura de maior valor bruto da produção no Brasil, com 46,3 bilhões de dólares por ano, atrás apenas da soja com 92,3 bilhões (MAPA, 2014). Na safra 2013/2014, só o setor sucroenergético contribui com quase 2% do Produto Interno Bruto e 1,3% dos empregos formais no Brasil, podendo dobrar com os contratos temporários de pico de safra (NEVES; TROMBIN, 2014).

Por isso, o cultivo da cana-de-açúcar vem se expandido e, sobretudo, em regiões de clima tropical e subtropical. O estado de Goiás é o segundo maior produtor brasileiro de cana-de-açúcar, com área cultivada de 854,2 mil hectares (10% da área cultivada) e produção de 66,46 milhões de toneladas, atrás apenas de São Paulo, responsável por mais de 50% da produção e da área cultivada (CONAB, 2014).

O Vale do São Patrício é uma importante região produtora de cana em Goiás, com destaque para o município de Goianésia. Este município tem a segunda maior área plantada do estado (45.000 ha) inferior apenas a Quirinópolis (58.500 ha) e Turvelândia (45.300 ha). Esses três municípios também apresentam as maiores produções (CANASAT, 2013). Tendo em

vista que a cana necessita de uma precipitação acumulada acima de 1.000 mm ano⁻¹ (MARIN; NASSIF, 2013), a disponibilidade hídrica nessa região pode ser considerada o principal fator da variabilidade produtiva, ciclo após ciclo da cultura, sendo este um aspecto limitante para o aumento da produtividade na região do Vale do São Patrício, pois esta, apesar de apresentar uma precipitação anual média de 1.540 mm, apresenta déficit hídrico de até cinco meses por ano. Isto acarreta produtividades baixas, em torno de 76 Mg ha⁻¹, aquém de importantes regiões paulistas, com 85 Mg ha⁻¹ (KOHLHEPP, 2010; CONAB, 2016).

Para obter rendimentos máximos em colmos, a cultura deve contar com água no solo e temperatura do ar adequada durante todos os estádios vegetativos. O crescimento e o desenvolvimento da cana são diretamente proporcionais à água transpirada, pois existe uma relação linear entre a evapotranspiração da cana-de-açúcar e sua produtividade (LEAL, 2012). Os danos causados pelo déficit hídrico à expansão foliar e à produtividade desta cultura dependem da intensidade e da duração deste período, da fase de desenvolvimento da cultura e da variedade cultivada (MACHADO et al., 2009).

A irrigação é uma prática benéfica para agricultura, pois proporciona condições adequadas de água no solo durante o ciclo da cultura (CAMPOS et al., 2014a, PEREIRA et al., 2015). Entretanto, apesar da cana ser a cultura mais irrigada no Brasil (ANA, 2012), as áreas de cultivo são extensas, e a expansão das áreas irrigadas necessitariam de elevados investimentos. Portanto, o uso de variedades resistentes ou tolerantes ao déficit hídrico seria uma importante e imediata alternativa para minimizar as quebras de produtividade.

Assim, o objetivo deste trabalho foi cultivar as tradicionais variedades de cana-de-açúcar em condição de déficit hídrico típico da região do Vale do São Patrício em Goiás, e comparar e selecionar as de melhor produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006), no município de Goianésia - GO (Coordenadas: 15° 12' S; 48° 59' W; e 580 m de altitude). De acordo com a

classificação climática de Köppen, o clima é do tipo Aw (tropical de savana), com inverno seco (maio-setembro) e verão chuvoso (outubro-março). A média pluviométrica anual é de 1.540 mm (Figura 1). As plantas foram avaliadas de maio de 2013 a outubro de 2014, em cultivo de cana-soca, terceiro corte (2ª soca).

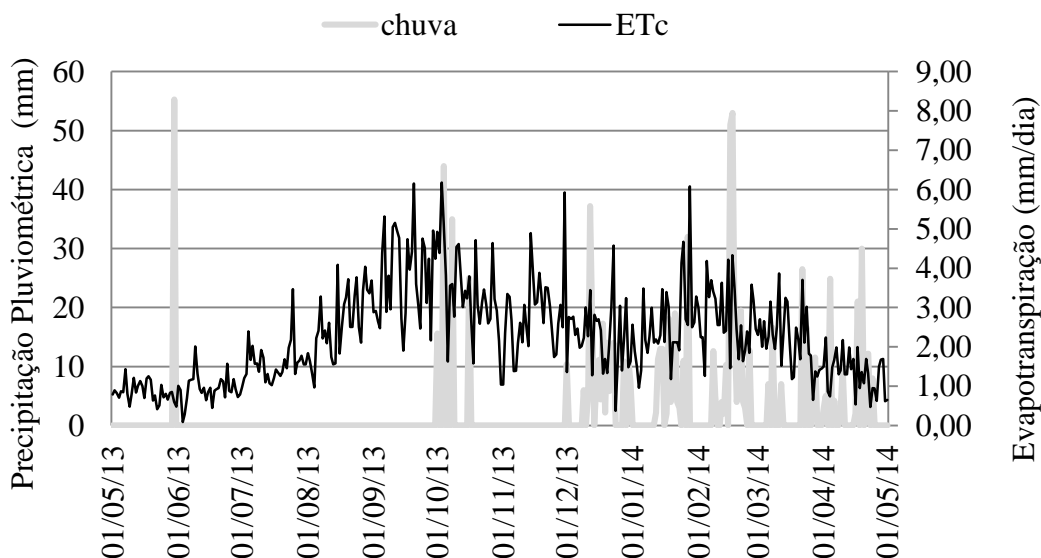


Figura 1 - Precipitação pluviométrica total mensal (mm) e evapotranspiração potencial da cultura (mm dia⁻¹), Goianésia - GO (maio de 2013 a maio de 2014).

A instalação do experimento ocorreu em uma área de pastagem, com predomínio de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*), para a exploração de pecuária extensiva. Esta área foi preparada seis meses antes da instalação do experimento. Foram coletadas amostras deformadas de solo, para análise química, nas camadas: 0,0-0,25 e 0,25-0,50 m

(Tabela 1). A análise de enxofre (S) foi realizada somente na camada de 0,25-0,50 m (camada de concentração radicular), para fins de recomendação do gesso agrícola. Ainda, coletaram-se amostras de solo indeformadas nas camadas: 0,0-0,30 e 0,30-0,60 m, para a caracterização físico-hídrica da área experimental.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo da área experimental

Camada	MO	P resina	S	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	H+Al	pH	Ca/Mg	CTC	M	V	Argila
cm	g/kg	mg/kg			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
Camada	CC	PM	Ds	CC	PM	CAD	TIB							
(cm)	(%)	(%)	(g/cm ³)	(cm ³ /cm ³)	(cm ³ /cm ³)	(mm)	(mm/h)							
0 a 30	21,2	12,9	1,47	0,312	0,19	36,603	15							
30 a 60	21,5	13,1	1,38	0,297	0,181	34,776								

* CC: Capacidade de campo; PM: ponto de murcha permanente, respectivamente; Ds: Densidade do solo; CAD (capacidade de água disponível); TIB: taxa de infiltração básica. CAD = (CC - PMP) · Ds · Z, CC é a capacidade de campo (kg kg⁻¹), PMP o ponto de murcha permanente (kg kg⁻¹), Ds a densidade do solo (kg m⁻³), e Z a profundidade efetiva das raízes (mm).

Foi necessária a correção do solo, devido aos resultados das análises químicas do solo (Tabela 1). Para a correção do solo, utilizou-se de calcário dolomítico para correção da acidez e adubação de Cálcio e Magnésio, elevando a saturação de bases a 50% na camada superficial, e ainda, aplicaram-se gesso agrícola (2.250 kg ha^{-1}) e P_2O_5 (100 kg ha^{-1}), na forma de fosfato natural.

O preparo do solo foi baseado em uma gradagem pesada, para a incorporação de corretivos (3 meses antes do plantio). Posteriormente, efetuou-se uma gradagem intermediária para a incorporação do fosfato natural e a quebra de torrões (1 semana antes do plantio). E por fim, para o nivelamento do terreno, uma gradagem leve imediatamente antes do plantio.

No fundo do sulco de plantio, a 0,35 m de profundidade, distribuíram-se 115 kg de P_2O_5 (ha^{-1} superfosfato triplo), a fim de completar a adubação de fósforo e colocar o fertilizante, de difícil absorção, na camada de alta concentração radicular. O plantio da cana foi realizado manualmente, no dia 29 de abril de 2011, período de transição entre chuvoso e estiagem, contendo os toletes três gemas vegetativas. Após, cobriram-se os sulcos e aplicou-se o inseticida fipronil 800 WG ($0,050 \text{ kg ha}^{-1}$ p.c.) para prevenção de cupins, devido à época de plantio, houve a necessidade de aplicar uma lâmina de irrigação de 40 mm, para garantir a brotação da cana.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 16 tratamentos, correspondentes as 16 variedades: CTC2, CTC4, CTC9, CTC11, CTC15, CTC18, IAC87-3396, IAC91-1099, IACSP94-3046, IACSP94-2094, IACSP94-2101, IACSP95-5000, RB867515, RB92579, RB966928 e SP86-0042; com oito repetições. As unidades experimentais foram formadas por parcelas de quatro linhas, espaçadas a 1,5 m, e 15 m de comprimento (90 m^2).

Durante o período chuvoso na região, que compreende os meses de outubro a março, o experimento foi submetido à irrigação por aspersão suplementar de 50%

da necessidade hídrica da cultura nos dois primeiros ciclos da cana-de-açúcar (CAMPOS et al., 2014a; 2014b) e no terceiro ciclo o experimento foi submetido ao déficit hídrico típico da região, cultivo de sequeiro. Os dados meteorológicos (Figura 1) foram obtidos na estação meteorológica automática do INMET, localizada na usina Jalles Machado, próximo da área experimental (3 km). Realizaram-se, em uma única vez, os seguintes tratos culturais durante o ciclo da cana: sistematização das entrelinhas com a linha da cana; adubação de cobertura (05-00-12 + 0,3% B + 0,3% Zn na dose de 1.200 kg ha^{-1}); controle de plantas daninhas em pré-emergência.

O estudo foi conduzido durante o terceiro ciclo da cana-de-açúcar (2ª soca), colhida aos 516 dias após a segunda colheita (18/05/2013), utilizando-se da colheita mecanizada.

Realizou-se a avaliação da variável produtividade, sendo determinada em toneladas por hectares.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro. Foi utilizado o pacote estatístico Assistat (7.7 beta).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variedades CTC2, CTC15 e IAC91-1099 obtiveram maiores produtividades no terceiro ciclo de cana-de-açúcar (2ª soca), com diferenças estatísticas significativas em relação às demais variedades. Entre as 16 variedades avaliadas, as produtividades variaram entre 65,07 (CTC 9) e $118,13 \text{ t ha}^{-1}$ (IAC 91-1099).

Nos primeiros ciclos da cana-de-açúcar (cana-planta e 1ª cana-soca), estas variedades também foram as que obtiveram as maiores produtividades (CAMPOS et al., 2014a; 2014b). A variedade CTC2 produziu em média nos primeiros ciclos respectivamente: 151,93; 142,36 e $101,18 \text{ t ha}^{-1}$, com média de $131,82 \text{ t ha}^{-1}$; a variedade CTC15: 170,26; 154,86 e $101,46 \text{ t ha}^{-1}$, com média de $142,19 \text{ t ha}^{-1}$ e a variedade IAC91-

1099: 168,59; 165,28 e 118,13 t ha⁻¹, com média de 150,67 t ha⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade da cana-de-açúcar no primeiro¹, segundo² (irrigação suplementar de 50% do déficit hídrico) e terceiro ciclo (sequeiro), em Goianésia - GO de 2012 a 2014

Tratamentos	Produtividade (t ha ⁻¹)			Queda de Produtividade (t ha ⁻¹)	
	cana-planta (2012) ¹	1 ^a cana-soca (2013) ²	2 ^a cana-soca (2014)	Ciclos 1° - 2°	Ciclos 3° - 4°
CTC2	151,93abc	142,36abcde	101,18ab	9,57	41,18
CTC4	140,68cd	137,36abcde	89,72bcd	3,32	47,64
CTC9	157,48abc	126,67bcde	65,07e	30,81	61,60
CTC11	162,62ab	153,89abc	95,14bc	8,73	58,75
CTC15	170,26a	154,86ab	101,46ab	15,4	53,4
CTC18	108,60e	115,00e	86,88bcd	+6,40	28,12
IAC87-3396	154,85abc	152,50abc	92,22bc	2,35	60,28
IAC91-1099	168,59a	165,28 ^a	118,13 ^a	3,31	47,15
IACSP93-3046	137,63cd	130,28bcde	96,04bc	7,35	34,24
IACSP94-2094	130,82d	136,53abcde	88,54bcd	+5,71	47,99
IACSP94-2101	129,99d	117,92e	70,63de	12,07	47,29
IACSP95-5000	144,57bcd	122,22de	74,65cde	22,35	47,57
RB86-7515	154,98abc	137,78abcde	92,17bcd	17,2	45,61
RB92-579	156,93abc	150,83abcd	85,97bcde	6,1	64,86
RB96-6928	130,26d	125,55cde	93,89bc	4,71	31,66
SP86-0042	156,93abc	152,64abc	87,78bcd	4,29	64,86
CV%	5,58%	83,16%	13,66%		

¹ Adaptado de Campos et al. (2014a); ² Adaptado de Campos et al. (2014b).

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

As características genéticas das variedades (CTC2, CTC15 e IAC91-1099) podem ter contribuído para maiores valores de produtividade observados, onde a variedade CTC2 apresenta alta produtividade, ótima brotação de soqueira, destaca-se pela sua rusticidade e é recomendada para colheita do meio para o final da safra, em ambientes de médio potencial de produção (GUIMARÃES, 2011; CRISTOFOLETTI JÚNIOR, 2012). A variedade CTC15 destaca-se pela estabilidade e tolerância a seca, longevidade e produtividade alta (GUIMARÃES, 2011). Considerada de elevada produtividade agrícola ao longo dos cortes e adaptada à colheita mecânica, a variedade IAC91-1099 possui bom teor de sacarose, maturação média, hábito de

crescimento ereto, excelente fechamento de entrelinhas e ótima brotação de soqueiras (LANDELL; BRESSIANI, 2008).

As variedades CTC4, CTC11, CTC18, IAC87-3396, IACSP94-3046, IACSP94-2094, RB86-7515, RB96-6928 e SP86-0042 apresentaram produtividade intermediária, entre 86,88 e 96,04 t ha⁻¹. Mesmo assim, estas produtividades podem ser consideradas expressivas para a região, que tem média é de apenas 70 t ha⁻¹ (CONAB, 2015).

As variedades com menores produtividades foram: CTC9, IACSP94-2101, IACSP95-5000 e RB92-579 com médias entre 65,07 e 85,97 t ha⁻¹. Durante a fase de desenvolvimento da planta, foi observado que o déficit hídrico impactou

negativamente o perfilhamento e o acúmulo de biomassa de colmo dessas variedades, resultando na redução da produtividade. O estresse por deficiência hídrica é considerado como fator de maior restrição na produção e na 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 produtividade de várias culturas.

Os efeitos do estresse hídrico (déficit) nas plantas incluem diminuição no tamanho das células foliares, diminuição do potencial de água na planta e redução nas taxas de assimilação de CO₂, crescimento, transpiração e abertura estomática (HSIAO, 1973; TAIZ; ZEIGER, 2004; SHINOZAKI; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, 2007).

As plantas expostas à deficiência hídrica alteram seu metabolismo por meio da ativação de diferentes mecanismos de resistência, a fim de se adaptarem a esse tipo de estresse (ASHRAF; FOOLAD, 2007). Genes induzidos em condições de estresse hídrico, não agem apenas protegendo as células do déficit de água por meio da produção de importantes proteínas, mas também participam da regulação dos genes de transdução de sinal (SHINOZAKI et al., 2003).

A tolerância ao estresse hídrico está relacionada a fatores morfológicos, fisiológicos, bioquímicos e metabólicos (LARCHER, 2000). Cutículas mais espessas evitam a perda de água por transpiração (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009). Aumentos na síntese de prolina, superóxido dismutase, catalase, peroxidase e ácido abscísico atuam como mensageiros em vias de respostas na percepção e na atuação em vias de crescimento, em situações de estresse hídrico e outros estressores ambientais (SHARMA et al., 011).

Nesse prisma, 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. Oliveira et al. (2011) verificaram que

as variedades RB763710, IACSP813250, RB92579, RB72454, RB867515, IACSP801816 e RB85-5453, as quais apresentaram maiores produtividades em sistemas irrigados.

Devido à importância da cana-de-açúcar, o entendimento destes mecanismos de tolerância aos estresses contribuirá, significativamente, para indicar o melhor manejo, visando obter maior produtividade agrícola (KAVI KISHOR et al., 2005).

Segundo Gimenez (2011), um dos fatores ambientais de maior importância é a deficiência hídrica, pois a produtividade das culturas depende diretamente da quantidade de água disponível e da eficiência do seu uso pelas plantas. O estresse por déficit hídrico proporciona uma diminuição do potencial hídrico do solo, interferindo diretamente na eficiência do uso da água pelas plantas, onde desenvolverá um potencial hídrico mais negativo que o do solo, de modo a manter um gradiente de potencial hídrico entre o solo e a planta (TAIZ; ZEIGER, 2004) e, conseqüentemente, irá limitar o desenvolvimento das plantas e, por conseguinte, sua produtividade e distribuição (BARTELS; SUNKAR, 2005; CORREIA; NOGUEIRA, 2004)

Observando o balanço hídrico da cana-de-açúcar, com os totais mensais de chuva e evapotranspiração da cultura, com o período de déficit hídrico bem definido, entre maio e outubro (Figura 1), a falta de água foi um fator limitante ao crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar. De acordo com De Paula (2010), o crescimento e o desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar são mais acentuados e mais dependentes de água até o sexto mês. Analisando o gráfico de balanço hídrico de Goianésia – GO (Figura 2), é sucinta a deficiência hídrica nos primeiros 6 a 7 meses após o corte da cana-de-açúcar (início do terceiro ciclo), chegando a 138,50 mm de deficiência em meados de setembro de 2013. Portanto, o crescimento deficitário, em função da restrição de água e das baixas temperaturas nos meses subsequentes (abril, maio, junho, julho e agosto) pode constituir a

causa de menor produtividade (GOMES, 2012).

Quando à produtividade da terceira colheita (Tabela 2), houve uma comparação com os dois primeiros ciclos, notou-se uma mudança de posições entre o melhor grupo de variedades e um grupo intermediário. A variedade IAC91-1099 permaneceu entre as

variedades que mais se destacou durante os três ciclos da cana-de-açúcar, com produtividade variando entre 118,13 e 168,59 t ha⁻¹. A variedade IACSP94-2101 apresentou baixa produtividade durante os três ciclos, com médias variando entre 70,63 e 129,99 t ha⁻¹.

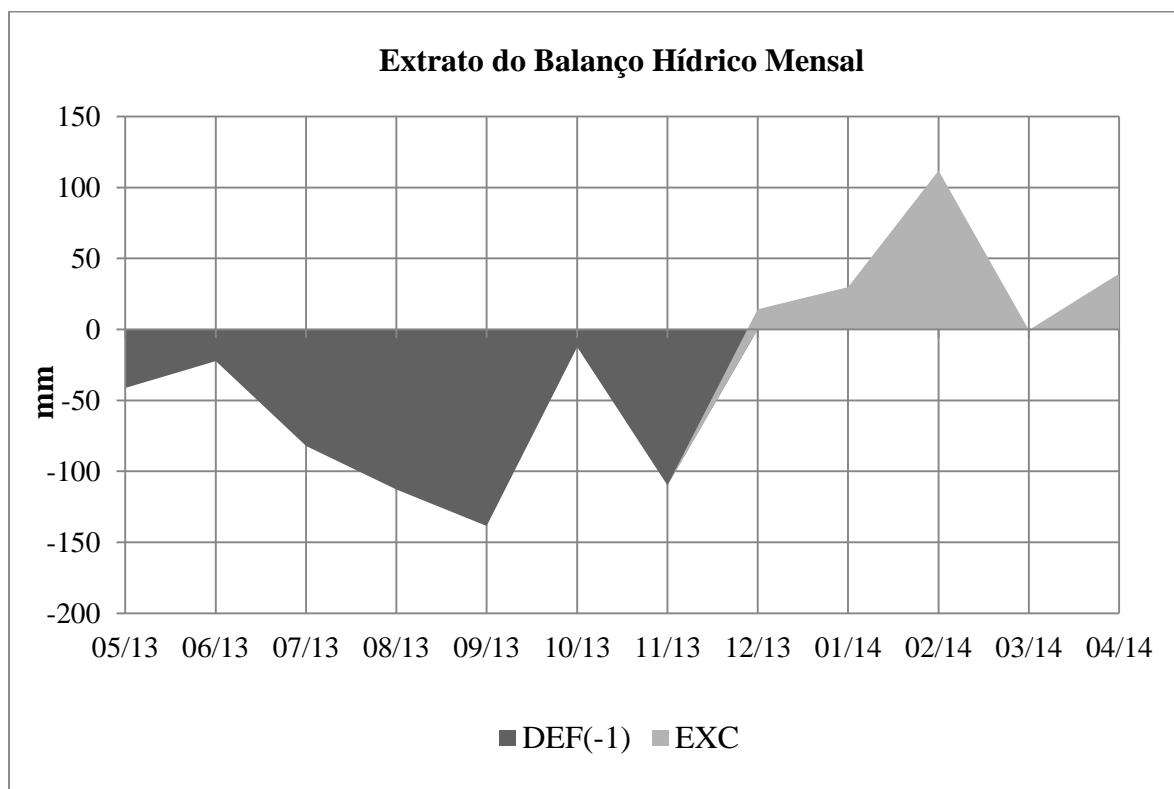


Figura 2 - Balanço hídrico de Goianésia – GO, pelo método de Thornthwaite e Matter, para o período de pesquisa em cana-de-açúcar (Maio/2013 a Abril/2014), utilizando uma capacidade de água disponível (CAD) no solo de 71,41 mm.

A variedade CTC9 obteve uma queda de produtividade quando submetida ao déficit hídrico típico da região do Cerrado, reduzindo de 126,67 para 65,07 t ha⁻¹ durante o segundo e terceiro ciclo da cultura, e mesmo quando submetida à irrigação suplementar com reposição de 50% da ETC, apresentou a maior queda de produtividade de cana-planta para cana-soca, com 30,81 t ha⁻¹ (Tabela 2). Orlando Filho, Haag e Zambello Júnior (1980) notaram uma queda na produtividade agrícola ao longo dos ciclos, sendo mais drástica da cana-planta para a primeira soca.

A variedade IACSP94-2094 se enquadrou no grupo das melhores e

intermediárias variedades em relação à produtividade e apresentou durante os três ciclos da cana-de-açúcar produtividades, variando entre 136,53 e 88,54 t ha⁻¹. Conforme Machado et al. (2009), essa variedade foi menos afetada pela falta de água e manteve seu crescimento, indicando ser esta variedade tolerante ao estresse hídrico.

Para Gouvêa (2008), a temperatura do ar é outro fator que também influencia o desempenho da cana-de-açúcar. De acordo com Fauconier e Bassereau (1975), temperaturas do ar abaixo de 25°C ocasionam um crescimento lento da planta; entre 30 e 34°C, a planta alcança o crescimento máximo

e, acima de 35°C, volta a ser lento, tornando-se, praticamente, nulo sob temperaturas superiores a 38°C. Durante o experimento, a temperatura do ar mínima registrada foi de 7,8°C e máxima de 38,2°C, e as temperaturas médias variaram entre 17,8 e 30°C. Desta forma, as temperaturas do ar ocorridas durante o desenvolvimento da planta podem ter influenciado seu crescimento nos primeiros meses, afetando também a sua produtividade.

As variedades RB92-579 e SP86-0042 apresentaram uma maior queda de produtividade do segundo para o terceiro ciclo, com 64,86 t ha⁻¹. Isso deve-se a capacidade de rebrota da cana-de-açúcar, que possibilita vários cortes, porém a cada corte a produtividade decresce (BORBA; BAZZO, 2009).

CONCLUSÕES

As variedades que mais resistiram à condição de déficit hídrico foram a IAC91-1099, CTC15 e CTC2, com produtividade média de 107 t ha⁻¹.

As variedades CTC4, CTC11, CTC18, IAC87-3396, IACSP94-3046, IACSP94-2094, RB86-7515, RB96-6928 e SP86-0042 apresentaram produtividade intermediária, com média de 91,38 t ha⁻¹.

Os piores resultados observados foram das variedades CTC9, IACSP94-2101, IACSP95-5000 e RB92-579 com produtividade média de 74 t ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2012. Brasília: ANA, 2012.

ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v. 59, p. 206-216, 2007.

BARTELS, D.; SUNKAR, R. Drought and salt tolerance in plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.24, n.1, p.23-58, 2005.

BORBA, M. M. Z.; BAZZO, A. M. Estudo econômico do ciclo produtivo da cana-de-açúcar para reforma de canavial, em área de fornecedor do estado de São Paulo. **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER)**. Porto Alegre, 2009.

CAMPOS, P. F.; ALVES JÚNIOR, J. A.; CASAROLI, D.; FONTOURA, P. R.; EVANGELISTA, A. W. P. Variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no cerrado goiano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.34, n.6, p. 1139-1149, nov./dez. 2014a.

CAMPOS, P. F.; ALVES JÚNIOR, J. A.; CASAROLI, D.; FONTOURA, P. R.; EVANGELISTA, A. W. P.; VELLAME, L. M. Response of sugarcane varieties to deficit irrigation in Brazilian Savanna. **Water Resoures and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v.3, n.1, p. 31-36, jan./abr., 2014b.

CANASAT. **Monitoramento de cana-de-açúcar via imagens de satélite**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/>>. Acesso em: 1 abr. 2013.

CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2016**. 72 p. Brasília, 2016.

_____. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, primeiro levantamento, abril/2015**. 28 p. Brasília, 2015.

- _____. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: terceiro levantamento.** 27 p. Brasília, 2014.
- CORREIA, K. G.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, 7p, 2004.
- CRISTOFOLETTI JUNIOR, S. C. **Fisiologia da emergência e perfilhamento em mini-toletes de variedades de cana-de-açúcar.** 2012. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- DE PAULA, A. L. **Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar em ambiente protegido sob diferentes níveis freáticos.** 2010. 149 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.
- FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. **Países produtores de cana-de-açúcar.** 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 13 jan. 2015.
- FAUCONIER, R.; BASSEREAU, A. H. **La canã de azucar.** Barcelona: Blume, 1975.
- GIMENEZ, D. F. J. **Parâmetros biométricos, acúmulo de prolina e identificação de respostas moleculares, por cDNA-AFLP, ao estresse por déficit hídrico em cana-de-açúcar.** 2011. 106 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.
- GOMES, A. W. A. **Simulação da produtividade de cana-de-açúcar nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, utilizando o modelo DSSAT.** 2012. 67 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.
- GOUVÊA, J. R. F. **Mudanças climáticas e a expectativa de seus impactos na cultura da cana-de-açúcar na região de Piracicaba, SP.** 2008. 98 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- 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 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade 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 consequências para o melhoramento genético. **Ciências agrotécnicas**, Lavras, v.34, n.1, p. 29-36, jan./fev., 2010.
- HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 24, p. 519-570, 1973.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da produção agrícola, junho de 2015.** Disponível em: <http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fa

- sciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_2015 06.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2015.
- KAVI KISHOR, P. B.; SANGAM, S.; AMRUTHA, R. N.; SRI LAXMI, P.; NAIDU, K. R.; RAO, K. R. S. S.; RAO, S.; REDDY, K. J.; THERIAPPAN, P.; SREENIVASULU, N. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: Its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. **Current Science**, v. 88, n. 3, p. 424-438, 2005.
- KOHLHEPP, G. **Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 223-253, 2010.
- LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, J. A. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000.
- LEAL, D. P. V. **Evapotranspiração da cana-de-açúcar e fotossíntese acumulada em biomassa e energia, para diferentes variedades, disponibilidades hídricas no solo e ciclos de cultivos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- 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 déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.12, p.1575-1582, 2009.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Estatísticas e dados básicos de economia agrícola**. 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/Pasta%20de%20Dezembro%20-%202014.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2015.
- MARIN, F. R.; NASSIF, D. S. P. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.2, p.232–239, 2013.
- NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G. **A dimensão do setor sucroenergético: mapeamento e quantificação da safra 2013/14**. Ribeirão Preto: Markestrat, Fundace, FEA-RP/USP, 2014.
- 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.
- ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H.P.; ZAMBELLO JÚNIOR, E. Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB 41-76, em função da idade, em três solos do Estado de São Paulo. **Planalsucar**, Piracicaba. 128p. 1980.
- PEREIRA, R. M; ALVES JÚNIOR, J.; CASAROLI, D.; SALES, D. L.; RODRIGUEZ, W. D. M.; SOUZA, J. M. F. Viabilidade econômica da irrigação de cana-de-açúcar no cerrado brasileiro. Irriga, Botucatu, Edição Especial, **Irriga & Inovagri**, p. 149-157, 2015.
- 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 Karnakhatta (Citrus

karnaRaf.) under NaCl stress. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v.30, n.3, p.301-311, 2011.

SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 58, n. 2, p. 221-227, 2007.

SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SEKI, M. Regulatory network of gene expression in the drought and cold stress responses. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 6, n. 5, p. 410-417, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A, 2004.