

## PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA DA CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

C. T. S. Costa<sup>1</sup>, J. C. C. Saad<sup>2</sup>, H. M. da S. Júnior<sup>3</sup>, E. C. da Silva<sup>4</sup>, F. N. Cunha<sup>5</sup>,  
F. A. L. Soares<sup>6</sup>

**RESUMO:** No presente trabalho objetivou-se avaliar a produtividade de colmos, de açúcar, de matéria seca e a eficiência de uso da água (EUA), de duas variedades de cana-de-açúcar submetidas a lâminas de irrigação, no município de Penápolis - SP. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial de 2 x 7, duas variedades de cana (RB965902 e RB855453) e sete lâminas de irrigação ( $L_0 = 0\%$ ,  $L_1 = 25\%$ ,  $L_2 = 50\%$ ,  $L_3 = 75\%$ ,  $L_4 = 100\%$ ,  $L_5 = 125\%$  e  $L_6 = 150\%$  da evapotranspiração da cultura - ETC), com quatro repetições. O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento subsuperficial, com emissores de  $1,40 \text{ L h}^{-1}$ . Foram obtidas as produtividades de colmos, de açúcar, de matéria seca e EUA. O tratamento  $L_3$  promoveu aumentos de 11% na produtividade de colmos e 18,13% na de açúcar para a variedade RB855453. No entanto, ocorreu semelhança na produtividade de colmos e de açúcar apenas nos tratamentos  $L_0$  e  $L_6$ . Com a aplicação do tratamento  $L_6$  houve aumento de 12,36% na produtividade de colmos e 14,55% na de açúcar para a variedade RB965902, enquanto  $L_4$  aumentou 19,00% da produtividade de matéria seca, ambos comparadas ao  $L_0$ . A variedade RB965902 apresentou maior EUA ( $5,16 \text{ mm t}^{-1}$ ) no  $L_0$  e a RB855453 no  $L_3$  ( $5,52 \text{ mm t}^{-1}$ ). A variedade RB855453 demonstra uma maior eficiência no uso da água no tratamento irrigado, enquanto a RB965902 no tratamento de sequeiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Saccharum spp*, gotejamento subsuperficial, cana-planta, rendimento agrônômico.

## YIELD AND WATER USE EFFICIENCY OF SUGARCANE SUBMITTED IRRIGATION LEVELS

<sup>1</sup> Docente do IFMS, Campus Naviraí - MS. Email: ctsc2007@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Adjunto, UNESP, Botucatu - SP.

<sup>3</sup> Professor da FUNEPE, Penápolis - SP.

<sup>4</sup> Pesquisador Científico, IF Goiano, Campus Rio Verde - GO.

<sup>5</sup> Doutorando em Agronomia, IF Goiano, Campus Rio Verde - GO.

<sup>6</sup> Docente do Goiano, Campus Rio Verde - GO.

**ABSTRACT:** We evaluated the yield of sugarcane, sugar, dry matter and water use efficiency of two sugarcane varieties submitted to irrigation slides in the city of Penápolis - SP. The experimental design was a randomized complete block design with a 2 x 7 factorial arrangement, two sugarcane varieties (RB965902 and RB855453) and seven irrigation slides (L0 is 0%, L1 is 25%, L2 is 50%, L3 is 75 %, L4 is 100, L5 is 125% and L6 is 150% of crop evapotranspiration - ETc), with four replicates. The irrigation system used was subsurface drip irrigation, with emitters of 1.40 L h<sup>-1</sup>. The yields of stalks, sugar, dry matter and USA were obtained. The L3 treatment promoted increases of 11% in yield of stalks and 18.13% in that of sugar for variety RB855453. However, there was similarity in yield of stalks and sugar only in treatments L0 and L6. With the application of the L6 treatment, there was a 12.36% increase in stem yield and 14.55% in sugar for the variety RB965902, while L4 increased 19.00% of dry matter yield, both compared to L0. The variety RB965902 showed higher USA (5.16 mm tons<sup>-1</sup>) at L0 and RB855453 at L3 (5.52 mm tons<sup>-1</sup>). The variety RB855453 demonstrates a greater efficiency in the use of water in the irrigated treatment, while the RB965902 in the treatment of rainfed.

**KEYWORDS:** *Saccharum spp*, subsurface drip, plant cane, agronomic yield.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), com uma área de 8,6 milhões de hectares, produzindo 665,6 milhões de toneladas de cana, possibilitando a produção de 30,9 milhões de toneladas de açúcar e 25,9 bilhões de litros de etanol. Neste mesmo contexto, o Estado de São Paulo é responsável por aproximadamente 55% de toda cana de açúcar processada no país (CONAB, 2017).

Dentre os fatores de produção da cana-de-açúcar, a água merece destaque especial, não apenas pelo custo que representa, mas, sobretudo, devido à necessidade de ser utilizada de modo eficiente, permitindo a sustentabilidade hídrica da região, uma vez que as maiores variações no rendimento da cana-de-açúcar ocorrem em decorrência da reposição hídrica.

A deficiência hídrica não é limitada apenas às regiões áridas e semi-áridas, mesmo em regiões úmidas, ocorre uma má distribuição das chuvas o que limita o desenvolvimento, reduzem a produtividade e os componentes de produção da cana-de-açúcar, que ainda são considerados baixos, diante o potencial genético das novas variedades. Desta forma, a irrigação quando bem manejada, surge como alternativa para elevar a produtividade e maximizar a

produção (DANTAS NETO et al., 2006). Assim sendo, estudos relacionados a eficiência no uso da água (EUA), são fundamentais para viabilizar e difundir a exploração da cultura irrigada (FRIZZONE, 1993).

Pois nem sempre um sistema que proporciona máxima produtividade física representa viabilidade econômica, havendo necessidade de determinar o volume de água que forneça maior eficiência de produção. Assim sendo, a determinação da menor lâmina de irrigação que proporcione maior produtividade agrícola será de fundamental importância para o cultivo da cana-de-açúcar. Diante do exposto, objetivou-se por meio deste trabalho avaliar a produtividade de colmos, de açúcar, de matéria seca e a EUA, de duas variedades de cana-de-açúcar submetidas a lâminas de irrigação, no município de Penápolis - SP - Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instado na Fazenda São Francisco, Penápolis - SP, cujas coordenadas geográficas (21° 15' 00" S, 50° 02' 00" W e 415 m de altitude), numa área de 0,5 ha. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura arenosa média (Santos et al., 2013), e suas características químicas encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas do solo na profundidade de 0 a 20 cm.

pH	MO	P <sub>resina</sub>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmolc dm <sup>-3</sup>						- % -
5,0	14	4,0	25	2,8	22	5,0	29,8	54,8	54

MO - Matéria orgânica; P - Fósforo; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; K - Potássio; Al+H - Alumínio + hidrogênio; CTC - Capacidade de troca cátions a pH 7,0; m - Saturação por alumínio; V - Saturação por base.

O preparo do solo foi constituído por uma subsolagem, uma aração, uma gradagem niveladora e o sulcamento. As parcelas experimentais foram constituídas por oito linhas de cultivo com dez metros lineares. A adubação de fundação foi realizada com base na análise química do solo (Tabela 1), visando à obtenção de uma produtividade acima de 100 t ha<sup>-1</sup>. Para isso aplicou-se 30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de ureia, 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato triplo e 120 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio (RAIJ et al., 1997).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com arranjo fatorial (2 x 7), duas variedades de cana (RB965902 e RB855453), sete lâminas de irrigação (L<sub>0</sub> = 0%, L<sub>1</sub> = 25%, L<sub>2</sub> = 50%, L<sub>3</sub> = 75%, L<sub>4</sub> = 100, L<sub>5</sub> = 125% e L<sub>6</sub> = 150%) da evapotranspiração da cultura (ETc) e quatro repetições. No plantio utilizou-se o espaçamento que combina linhas

duplas de 0,60 m entre si por 1,40 m entre elas. Utilizou-se o irrigação por gotejamento subsuperficial, com gotejadores espaçados de 50 cm e vazão de 1,40 L h<sup>-1</sup>.

A precipitação efetiva foi calculada diariamente por meio do balanço hídrico até o estágio de maturação fisiológica da cultura; considerando que o solo tem uma capacidade de armazenamento de água de 60 mm. Assim foi possível fazer o acompanhamento da disponibilidade de água no solo (Thornthwaite e Mather, 1955), conforme Pereira et al. (2002). Os dados meteorológicos utilizados para estimar a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e manejar a irrigação, foram obtidos por uma estação meteorológica instalada área experimental. A ET<sub>o</sub> foi estimada pelo método do ‘Tanque Classe A’, e a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) estimada conforme a ET<sub>o</sub> local e o coeficiente da cultura (DOORENBOS e KASSAM, 1994).

O coeficiente de correção do Tanque ‘K<sub>p</sub>’ foi estimado pela seguinte equação (FAO/56 (ALLEN et al., 1998):

$$K_p = 0,108 - 0,0286U + 0,0422\ln(F) + 0,1134(F) - 0,0006331 [\ln(F)]^2 \ln(H)$$

Em que: F = Distância (tamanho) da área de bordadura (m);

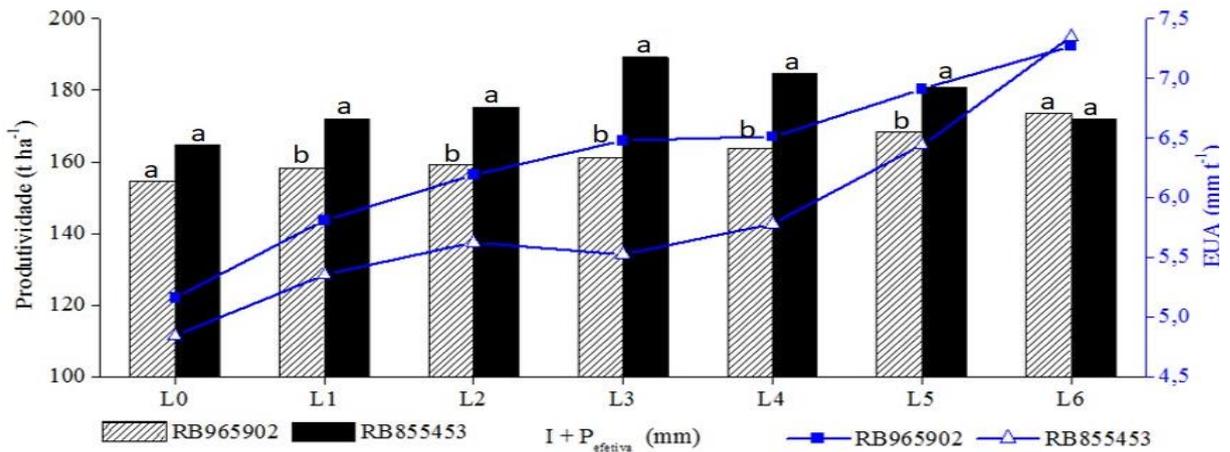
U = Velocidade média diária do vento a 2 m altura (km dia<sup>-1</sup>);

H = Umidade relativa média diária (%).

A produtividade de colmos por hectare (TCH), de açúcar (TPH) e de matéria seca (MS) foram determinadas nas quatro linhas centrais da parcela, desprezando-se o primeiro metro aos 360 DAP, e em seguida o material foi pesado utilizando um dinamômetro e extrapolado para um hectare. A eficiência no uso da água foi obtida pela relação entre o consumo hídrico (mm ha<sup>-1</sup>) e a produtividade agrícola obtida. Os resultados foram submetidos a análise de variância (teste F) e quando houve efeito significativo foi realizado o teste de comparação de média utilizando o software Sisvar. Os gráficos foram construídos por meio do software origin 6.0, conforme a melhor representação dos fenômenos biológicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a produtividade de colmos, houve semelhança apenas entre os tratamentos L0 e L6 (Figura 1). Como o efeito significativo foi apenas entre as variedades, estas foram avaliadas dentro de cada lâmina de irrigação. Esse resultado possivelmente ocorreu porque as variedades foram submetidas a diferentes estresses hídricos, um por déficit (L0) e o outro por excesso hídrico (L6).



**Figura 1.** Produtividade e eficiência do uso da água (EUA), da cana-de-açúcar, em função das lâminas de irrigação (I) e da precipitação pluvial efetiva ( $P_{efetiva}$ ). L0 = sem irrigação, L1 = 25%, L2 = 50%, L3 = 75%, L4 = 100, L5 = 125% e L6 = 150% da ETc.

A variedade RB965902 apresentou produtividade mínima de  $154,61 \text{ t ha}^{-1}$  para o tratamento sem irrigação (L0) e  $173,73 \text{ t ha}^{-1}$  para a lâmina de 150% da ETc (L6), com incremento de 11% (Figura 1). Para a variedade RB855453 a produtividade foi  $164,81 \text{ t ha}^{-1}$  no tratamento L0 e  $189,26 \text{ t ha}^{-1}$  com aplicação de 75% da ETc, correspondendo a 12,92% a mais (Figura 1). Para os tratamentos irrigados e de sequeiro, verificou-se rendimentos de 178,93 e  $164,81 \text{ t ha}^{-1}$  para a variedade RB855453 e 164,08 e  $154,61 \text{ t ha}^{-1}$  para a RB965902, respectivamente. A variedade RB855453 apresentou um incremento médio de  $14,19 \text{ t ha}^{-1}$ , em relação a RB965902, sob a mesma condição de cultivo, demonstrando uma maior EUA.

A produtividade média para os tratamentos L0 foi  $159,71 \text{ t ha}^{-1}$ , bem superior à média brasileira ( $76,90 \text{ t ha}^{-1}$ ), ao Estado de São Paulo ( $81,7 \text{ t ha}^{-1}$ ) e da região Cento-Oeste ( $81,0 \text{ t ha}^{-1}$ ), que tem a segunda maior área plantada do Brasil (CONAB, 2017). Os resultados observados no presente trabalho evidenciam que a irrigação pode proporcionar ganhos satisfatórios no cultivo de cana-de-açúcar na região noroeste do Estado de São Paulo, desde que haja eficiência no dimensionado e no manejo dos sistemas de irrigação.

Resultados experimentais desenvolvidos pela RIDESA em várias regiões do Brasil, revelaram que a variedade RB965902 produziu  $128,50 \text{ t ha}^{-1}$  em ciclo de cana-planta,  $119,70 \text{ t ha}^{-1}$  em primeira soca e  $113,50 \text{ t ha}^{-1}$  em segunda soca, enquanto a variedade RB855453 produziu  $128,30 \text{ t ha}^{-1}$  no ciclo de cana-planta,  $115,10 \text{ t ha}^{-1}$  em primeira soca e  $114,90 \text{ t ha}^{-1}$  em segunda soca (DAROS et al., 2014). Na Usina São Martinho (SP) em uma pesquisa com cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subterrâneo, observou-se em média  $155 \text{ t ha}^{-1}$  em oito ciclos de cultivo. Pois a implantação da irrigação aumenta a produtividade e longevidade dos

canaviais, reduzem os custos com implantação da cultura, a área plantada, o uso de implementos, de mão-de-obra, de insumos etc (AGUIAR, 2006).

Em Botucatu - SP, Dalri et al. (2008) verificaram produtividade de 300,46 t ha<sup>-1</sup> com irrigação, e 202,23 t ha<sup>-1</sup> em sequeiro. Já na região de Jaú - SP, Silva et al. (2008) observaram rendimentos de 78,18 t ha<sup>-1</sup> para a variedade IAC86-2480 e 90,30 t ha<sup>-1</sup> para a RB72454 em sequeiro. Teodoro (2011) verificou 167,47 t ha<sup>-1</sup> em irrigado com gotejamento e 118,94 t ha<sup>-1</sup> em sequeiro em cana-planta, e em segundo ciclo os rendimentos foram reduzidos em 20,30% no irrigado e 5,51% em sequeiro. Dantas Neto et al. (2006) na região de Capim (PB) verificaram rendimentos na ordem 79 t ha<sup>-1</sup> com irrigação e 74 t ha<sup>-1</sup> em sequeiro.

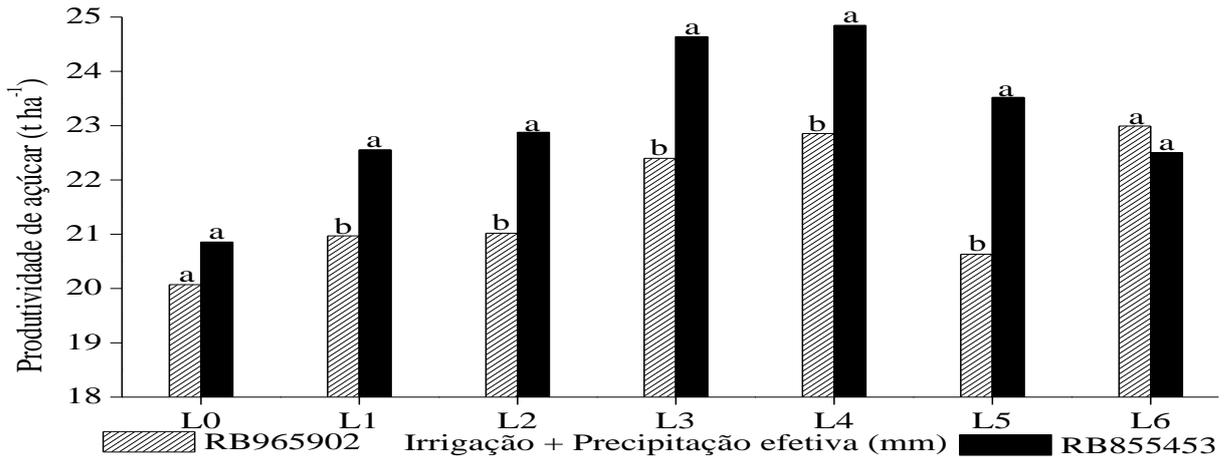
Os resultados relacionados ao consumo hídrico por toneladas de cana produzida (mm t<sup>-1</sup>) também encontram-se na Figura 1. Nesta é possível observar uma variação na EUA para a variedade RB965902 na ordem de 5,16 mm t<sup>-1</sup> (19,36 kg m<sup>-3</sup>), no tratamento L0, a 7,25 mm t<sup>-1</sup> (13,75 kg m<sup>-3</sup>) no tratamento L6. O consumo médio observado foi 6,33 mm t<sup>-1</sup>, aproximando-se do tratamento L3, que foi de 6,48 mm t<sup>-1</sup> ou 15,43 kg m<sup>-3</sup>.

Para a variedade RB855453 a EUA foi de 4,84 mm t<sup>-1</sup> (20,64 kg m<sup>-3</sup>) no tratamento L0 e 7,35 mm t<sup>-1</sup> (13,60 kg m<sup>-3</sup>) no tratamento L6, com média de 5,84 mm t<sup>-1</sup> (17,38 kg m<sup>-3</sup>) que ficou próximo dos 5,78 mm t<sup>-1</sup> (17,31 kg m<sup>-3</sup>) consumidos no tratamento L4.

A maior EUA para a variedade RB855453 foi obtida no tratamento L3 (1.044,91 mm), porque a partir do próximo tratamento houve redução da produtividade com o aumento da aplicação de água. Estes resultados corroboram com aqueles obtidos por Singls et al. (2007), em que os autores verificaram que um suprimento hídrico equivalente a 75% da evaporação do “*tanque classe A*” (775 mm de água) produziu 78 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> (12,92 mm t<sup>-1</sup>) e quando elevou-se para 1.261 mm (125% da evaporação do “*tanque classe A*”), a EUA reduziu para 59 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, o equivalente a 17,04 mm t<sup>-1</sup>.

Gava et al. (2011) verificaram 15,60 mm t<sup>-1</sup> para o cultivo de sequeiro e 13,10 mm t<sup>-1</sup> para o irrigado em Jaú - SP. Os resultados indicam maior sensibilidade ao estresse hídrico para a variedade SP80-3280, porque a diferença na EUA em relação ao rendimento agrícola, deve-se à capacidade que cada variedade possui em tolerar o déficit hídrico, e se regenerar quando este for suprido (SMITH e SINGELS, 2006).

Em relação a produtividade de açúcar (TAH), não houve diferenças significativas entre as lâminas de irrigação (Figura 2). Desta forma, foram avaliadas as variedades dentro de cada lâminas de irrigação.

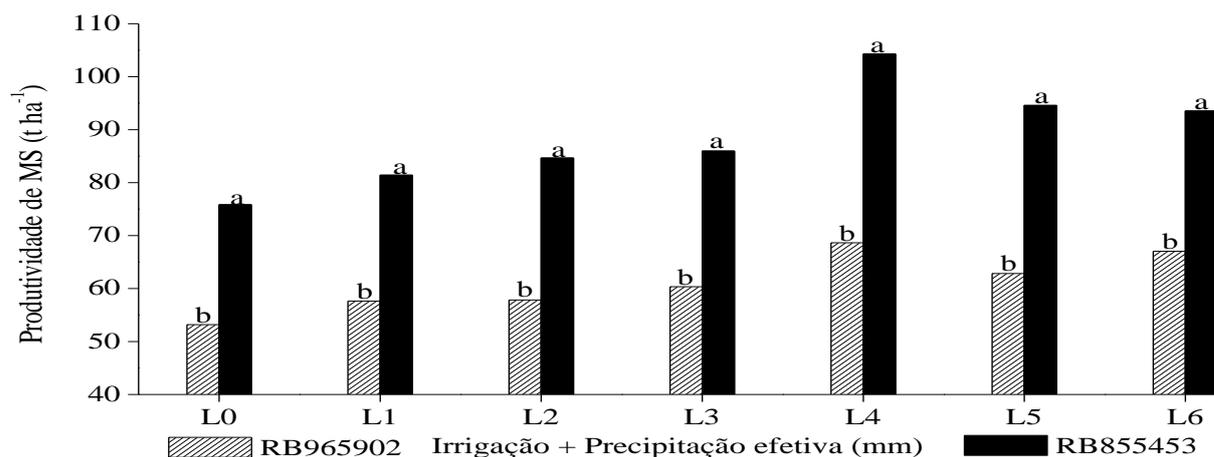


**Figura 2.** Produtividade de açúcar, de variedades de cana-de-açúcar, em função das lâminas de irrigação (I) e da precipitação pluvial efetiva ( $P_{efetiva}$ ). L<sub>0</sub> = sem irrigação, L<sub>1</sub> = 25%, L<sub>2</sub> = 50%, L<sub>3</sub> = 75%, L<sub>4</sub> = 100, L<sub>5</sub> = 125% e L<sub>6</sub> = 150% da ETc.

De maneira geral, não houve diferenças entre a TAH nas lâminas (L<sub>0</sub> e L<sub>6</sub>). Esse resultado possivelmente ocorreu porque as variedades foram submetidas a diferentes estresses hídricos, um deles por déficit hídrico no tratamento L<sub>0</sub> e o outro por excesso de água no L<sub>6</sub>. Marcari et al. (2015) ressaltam que o déficit hídrico é um dos principais elementos climáticos que promovem a redução da produtividade agrícola das culturas. Considerando que a TAH é influenciada pela produtividade agrícola, ressalta-se que esta variável expressou-se melhor na variedade RB855453.

Os resultados obtidos no presente trabalho foram superiores aqueles verificados por diversos autores em várias regiões do Brasil. Daros et al. (2010) verificaram 16,14 t ha<sup>-1</sup> para a variedade RB965902 e 16,29 t ha<sup>-1</sup> para a RB855453, em três ciclos de cultivo e em diversas regiões do Brasil. Em cultivo de sequeiro, Silva et al. (2008) observaram 12,28 t ha<sup>-1</sup> para a variedade IAC86-2480 e 14,42 t ha<sup>-1</sup> para a RB72454 e Dantas Neto et al. (2006) observaram rendimento de açúcar inferiores aos obtidos nesta pesquisa (11,17 t ha<sup>-1</sup>) em cultivo irrigado e 9,67 t ha<sup>-1</sup> sem irrigação.

Com relação ao acúmulo de matéria seca produzido (MS), observa-se que houve efeito significativo entre as duas variedades para todas as lâminas de irrigação (Figura 2).



**Figura 3.** Produtividade de matéria seca, de variedades de cana-de-açúcar, em função das lâminas de irrigação (I) e da precipitação pluvial efetiva ( $P_{\text{efetiva}}$ ). L<sub>0</sub> = sem irrigação, L<sub>1</sub> = 25%, L<sub>2</sub> = 50%, L<sub>3</sub> = 75%, L<sub>4</sub> = 100, L<sub>5</sub> = 125% e L<sub>6</sub> = 150% da ETC.

Assim sendo, verifica-se que a variedade RB855453 expressou melhor seu potencial genético sob a mesma condição de cultivo da variedade RB965902, e por isso, não há semelhança entre ambas em nenhuma das lâminas de irrigação estudadas. Estes resultados indicam que a variedade RB855453 apresentou maior EUA em relação a produtividade de MS, com um incremento médio de 31,06% sobre a variedade RB965902 (Figuras 1 e 2) para a maioria dos tratamentos irrigados.

Oliveira et al. (2010) relatam que o maior acúmulo de MS na planta ocorre a partir dos 120 DAP em que há grande influência do déficit hídrico. Neste sentido, as variedades foram conduzidas sob o mesmo regime hídrico, e quando a irrigação foi plena (L<sub>4</sub>), a variedade RB855453 foi 17,30% superior a variedade RB965902. Os autores ainda relatam que nas fases de germinação, perfilhamento e início de alongamento de colmo (fase de maior crescimento) há grande influência do manejo hídrico, e por isso não houve deficiência hídrica no tratamento L<sub>4</sub>, o que promoveu crescimento contínuo e, provavelmente, formação antecipada dos colmos.

Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram com aqueles encontrados por Dalri et al. (2008) que foram de 88,62 t ha<sup>-1</sup> em cultivo irrigado e 59,26 t ha<sup>-1</sup> em sequeiro. Oliveira et al. (2004) também verificaram efeito significativo entre variedades de cana-de-açúcar para o acúmulo de MS. Estes autores encontraram rendimentos na ordem de 63; 51 e 48 t ha<sup>-1</sup> de MS para as variedades RB72454, RB855113 e RB855536, respectivamente.

## CONCLUSÕES

A variedade RB855453 tem maior produtividade de matéria seca para todas as lâminas de irrigação;

Nas lâminas de irrigação L0 e L6 ocorreu semelhança na produtividade de colmos e de açúcar entre as variedades;

A variedade de cana de açúcar RB855453 apresenta maior eficiência no uso da água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Rome FAO, 1998. 301 p. (FAO Irrigation and Drainage, 56).

AGUIAR, F. L. Cana-de-açúcar: de gota em gota. In: FNP COSULTORIA e COMÉRCIO: Agriannual, 2006: **Anuário da Agricultura Brasileira**, São Paulo, p. 227-248, 2006.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_08\\_17\\_12\\_35\\_21\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_2o\\_lev\\_-\\_16-17.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_08_17_12_35_21_boletim_cana_portugues_-_2o_lev_-_16-17.pdf)>. Acesso em: 18 de junho de 2017.

DAROS, E.; OLIVEIRA, R. A. de.; ZAMBON, J. L. C.; BESPALHOK FILHO, J. C. **Liberção nacional de novas variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Rede interuniversitária para o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro. Curitiba, 2010, 64 p.

DANTAS NETO, J.; FIGUEREDO, J. L. da C.; FARIAS, C. H. de A.; AZEVEDO, H. M. de.; AZEVEDO, C. A. V. de. 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.

DALRI, A. B.; CRUZ, R. Irrigação por gotejamento subsuperficial na produtividade e qualidade de cana-de-açúcar. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2008.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução de H. R. GHEYI, A. A. DE SOUZA, F. A. V. DAMASCENO, J. F. DE MEDEIROS, Campina Grande: Universidade Federal de Paraíba, 1994, p. 220-226. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

FRIZZONE, J. A. Funções de resposta das culturas à irrigação. Piracicaba: ESALQ/USP, 1993. 43 p. (Série Didática, 6).

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

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações**. Agropecuária, Guaíba, 2002, 478 p.

OLIVEIRA, E. C. A. de.; OLIVEIRA, R. I. de.; ANDRADE, B. M. T. de.; FREIRE, F. J.; LIRA JÚNIOR, M. A.; MACHADO, P. R. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 14, n. 9, p. 951-960, 2010.

MARCARI, M. A.; ROLIM, G. de S.; APARECIDO, L. E. O. Agrometeorological models for forecasting yield and quality of sugarcane. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 11, p. 1049-1056, 2015.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo**, São Paulo, 2. ed. n. 100, 285 p. 1997.

SANTOS, H. G. dos.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SINGELS, A.; SMIT, M. A.; REDSHAW, K. A.; DONALDSON, R. A. The effect of crop start date, crop class and cultivar on sugarcane canopy development and radiation interception. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 92, p. 249-260, 2007.

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

SILVA, M. A.; JERONIMO, E. M.; DAL'COL LÚCIO, A. Perfilhamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 8, p. 979-986, 2008.

TEODORO, I. **Respostas técnico-econômicas da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e adubação nitrogenada**. 2011. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011