

ÍNDICES FISIOLÓGICOS E A PRODUTIVIDADE DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR NOS MANEJOS DE SEQUEIRO E IRRIGADO POR GOTEJAMENTO*

ADOLFO BERGAMO ARLANCH¹; GLAUBER JOSÉ DE CASTRO GAVA²; ORIEL TIAGO KÖLLN³; WILLIAM JOSÉ DELLABIGLIA⁴; FABIO VALE SCARPARE⁵ E REGINA CELIA DE MATOS PIRES⁶

* Artigo extraído da Dissertação do primeiro autor

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” - UNESP/FCA, Rua José Barbosa de Barros, 1780, Botucatu, SP - Brasil. E-mail: adolfoarlanach@gmail.com

² Pesquisador, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Rodovia SP 304, Km 304, Jaú, SP - Brasil. E-mail: ggava@iac.sp.gov.br

³ Pesquisador, Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) - Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, 10.000 - Campinas, São Paulo - Brasil. E-mail: otkolln@gmail.com

⁴ Faculdade de Tecnologia de Botucatu (FATEC-BT), Av. José Ítalo Bacchi, s/n, Botucatu - SP - Brasil. E-mail: williamd@fatecbt.edu.br

⁵ Pesquisador, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Universidade de São Paulo (USP), Av. Centenário, 303, Piracicaba, SP - Brasil. E-mail: fabioscarpare@hotmail.com

⁶ Pesquisadora, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Av. Theodureto de A. Camargo, 1500, Campinas, SP - Brasil. E-mail: rcmpires@iac.sp.gov.br

1 RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo utilizar os índices fisiológicos e a produtividade de colmos e de açúcar de diferentes genótipos em dois manejos hídricos contrastantes: manejo irrigado e de sequeiro, buscando identificar genótipos tolerantes a deficiência hídrica e responsivos à irrigação. O experimento foi desenvolvido na Unidade de Pesquisa Hélio de Moraes em Jaú - SP do Instituto Agrônomo de Campinas, (IAC-Jaú). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições constituídos pela combinação de quatro genótipos de cana-de-açúcar: RB867515, SP801842, CTC 6, RB92579 e dois manejos da cultura: manejo de irrigação por gotejamento subterrâneo e manejo de sequeiro. Ao longo do desenvolvimento do experimento foram avaliados os índices fisiológicos: condutância estomática, temperatura foliar, estimativa do conteúdo de clorofila aparente (SPAD) e índice de área foliar (IAF). Ao final do período experimental foram quantificados a produtividade de colmos e de açúcar. Os índices fisiológicos: condutância estomática (gs) e temperatura foliar, selecionaram com maior acurácia, genótipos de cana-de-açúcar tolerantes a deficiência hídrica e responsivos às tecnologias de irrigação. Os genótipos RB92579 e CTC6 foram menos tolerantes a deficiência hídrica em comparação com os genótipos RB867515 e SP80-1842, considerando a produtividade de colmos e de açúcar.

Palavras-Chave: Irrigação por gotejamento subsuperficial; Saccharum spp.; condutância estomática; SPAD; temperatura foliar.

ARLANCH, A. B.; GAVA, G. J. C.; KÖLLN, O. T.; DELLABIGLIA, W. J.;
SCARPARE, F. V.; PIRES, R. C. M.
PHYSIOLOGICAL INDICES AND THE YIELD OF GENOTYPES OF SUGARCANE
IN THE HANDLING OF DROUGHT AND DRIP IRRIGATION

2 ABSTRACT

The objective of this work was to use physiological indices and yield of stalks and sugar of different genotypes in two contrasting water managements: irrigated and dry land management, to identify genotypes tolerant to water deficiency and responsive to irrigation. The experiment was developed at Hélio de Moraes Research Unit in Jaú/SP, Brazil, from the Agronomic Institute of Campinas (IAC-Jaú). The experimental design was completely randomized block with four replications made up of the combination of four sugarcane genotypes: RB867515, SP801842, CTC 6, RB92579 and two crop managements: underground drip irrigation management and dry. During the development of the experiment, the physiological indexes were evaluated: stomatal conductance, leaf temperature, estimated apparent chlorophyll content (SPAD) and leaf area index (IAF). At the end of the experimental period the yield of stalks and sugar were quantified. The physiological indices: stomatal conductance (gs) and leaf temperature, selected with greater accuracy, sugarcane genotypes tolerant to water deficiency and responsive to irrigation technologies. The genotypes RB92579 and CTC6 were less tolerant to water deficit compared to genotypes RB867515 and SP80-1842, considering the yield of stalks and sugar.

Keywords: Subsurface drip irrigation; *Saccharum* spp.; stomatal conductance; SPAD; leaf temperature.

3 INTRODUÇÃO

No Brasil o cultivo da cana-de-açúcar se localiza em áreas de precipitação média anual de 1.100 a 1.500 mm ano⁻¹ (ALFONSI et al., 1987). Entretanto, este volume de precipitação muitas vezes é mal distribuído durante o ciclo agrícola, sendo de grande importância o uso da tecnologia de irrigação para se obter elevadas produtividades. A água é um fator importante para o desenvolvimento da cana-de-açúcar, nas fases de perfilhamento e grande crescimento são consideradas a de maior sensibilidade à deficiência hídrica, por isso nessas fases, a falta de água pode reduzir a produtividade drasticamente (RAMESH, 2000).

A produtividade de cana-de-açúcar, está correlacionada com vários parâmetros agrônomicos e fisiológicos (KÖLLN, 2012; DELLABIGLIA, 2016), em que diferentes genótipos, estudados por pesquisadores, apresentaram rendimento de produtividade diferenciado com a elevação da

disponibilidade hídrica (RAMESH; MAHADEVASWAMY, 2000; INMAN-BAMBER; SMITH, 2005; GAVA et al., 2010; KÖLLN, 2012)

A deficiência hídrica em plantas do ciclo C₄ reduz o surgimento de novas folhas e reduzindo o seu índice de área foliar (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005; SMIT; SINGELS, 2006; FARIAS et al., 2008), consecutivamente levando a abscisão foliar, devido ao aumento da concentração de ácido abscísico na planta (KRAMER, 1983). A deficiência hídrica provoca a redução na produção de adenosina trifosfato (ATP) e da atividade da nitrato redutase, induzindo à clorose e senescência foliar precoce. Atua também na diminuição da condutância estomática e da concentração de CO₂ intercelular provocando elevação do “vazamento” (Φ) de CO₂ do mesófilo da bainha foliar (GHANNOUM, 2009). Tendo como principal consequência a diminuição da fixação de CO₂ (trocas gasosas) nas folhas. Reduzindo a produtividade líquida primária

das plantas (matéria seca) (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005; KÖLLN, 2012; DELLABIGLIA, 2016).

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo utilizar, índices fisiológicos e a produtividade de colmos e de açúcar de diferentes genótipos em dois manejos hídricos contrastantes: manejo irrigado e de sequeiro, buscando identificar genótipos tolerantes a deficiência hídrica e responsivos à irrigação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Unidade de Pesquisa Hélio de Moraes em Jaú – SP do Instituto Agrônomo de Campinas, (IAC-Jaú), localizado na latitude 22° 17' S, longitude 48° 34' O e altitude média de 580 m, em relação ao oceano. O clima da região foi classificado como Aw segundo Köppen, média pluviométrica de 1.300 mm, com distribuição irregular e clima seco definido. O solo da área foi classificado como Latossolo vermelho (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições constituídos pela combinação de quatro genótipos de cana-de-açúcar e dois manejos da cultura: manejo de irrigação por gotejamento subterrâneo e manejo de sequeiro. Sendo assim composto por 8 (oito) tratamentos e 4 (quatro) repetições, totalizando 32 (trinta e duas) parcelas. As parcelas foram formadas por cinco linhas duplas (plântio

em "W") de 0,4 m por 1,4 m (1,8m) com 16 m de comprimento.

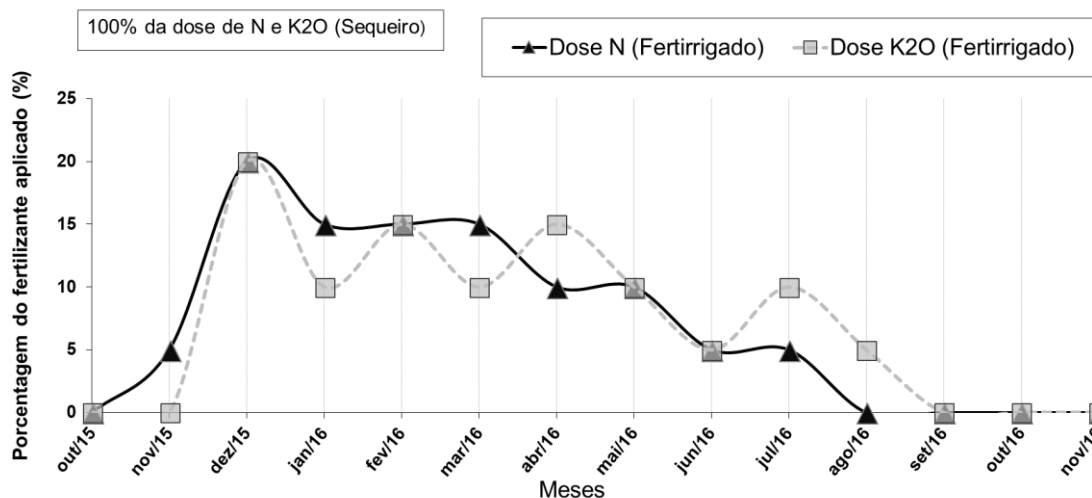
Os genótipos de cana-de-açúcar utilizados foram: RB867515, SP801842, CTC 6, RB92579.

Nos tratamentos irrigados o tubo gotejador instalado era do modelo DripNet PC™, com vazão de 1,0 L h⁻¹; pressão de serviço (PS) 3,0 bar, com gotejadores espaçados à 0,5 m, da empresa Netafim®. Os tubos gotejadores foram instalados no campo à 0,2 m de profundidade, no meio da linha dupla, junto com a operação de sulcação da área.

O experimento foi realizado no período entre 07 de outubro de 2015 à 07 de novembro de 2016, tendo uma duração de 397 dias após o corte (DAC).

Todos os tratamentos receberam uma dose de 210 kg.ha⁻¹ de nitrogênio (N) e 140 kg.ha⁻¹ de K₂O. Como fonte de potássio foi utilizado o cloreto de potássio branco. Para a adubação de N-fertilizante foi utilizado ureia. Nos tratamentos irrigados a aplicação de N e K₂O foi realizada ao longo do crescimento da cultura via fertirrigação, como apresentado na Figura 1. Foi aplicado 100% da ureia e do cloreto de potássio para os tratamentos de sequeiro aos 60 dias depois do corte da soqueira (DAC). Para evitar as possíveis perdas de N por volatilização, a aplicação de N e K₂O foi realizada em pequenos sulcos abertos com enxadas localizado nas laterais das linhas duplas, e posteriormente fechados após aplicação do fertilizante (Figura 1).

Figura 1. Porcentagem de aplicação dos fertilizantes durante o experimento (2015/2016), nos manejos de sequeiro e irrigado por gotejamento (fertirrigação).



A precipitação total ocorrida no ciclo da cultura foi de 1.555,0 mm, a lâmina aplicada via irrigação ao longo de todo o experimento foi de 491,5 mm. Assim correspondendo a totalidade da evapotranspiração da cultura (ETC). A Irrigação foi realizada, contabilizando-se o suprimento de água ao solo, pela precipitação (P), e a demanda atmosférica pela evapotranspiração da cana-de-açúcar (ETC). Para o ambiente irrigado o resultado obtido de ETC igual a 1.401,8 mm, já para o manejo de sequeiro a ETC foi de 1.127,9 mm; considerando uma capacidade de água disponível do solo (CAD) de 70 mm. Desse

modo, foi realizado o balanço hídrico decendial e calculada a deficiência hídrica (DEF), tanto para o manejo irrigado com 26,5 mm, quanto para o de sequeiro com 326,4 mm (Figuras 2 e 3).

A irrigação foi realizada pelo cálculo da evapotranspiração segundo Penman-Monteith (HOWELL; EVETT, 2004) e multiplicando pelo coeficiente da cultura (K_c), assim obtendo uma lâmina de água em mm com aproximadamente 100% da evapotranspiração da cultura como descrito por Gava et al. (2011) e posteriormente por Dellabiglia (2016), Figuras 2 e 3.

Figura 2. Balanço hídrico durante a realização do experimento out15/nov16 para o manejo irrigado.

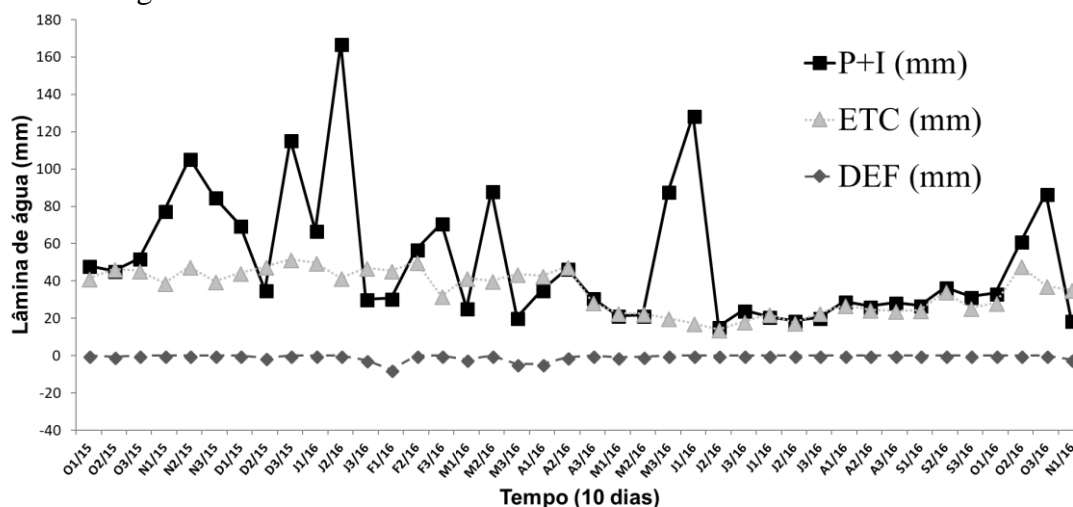
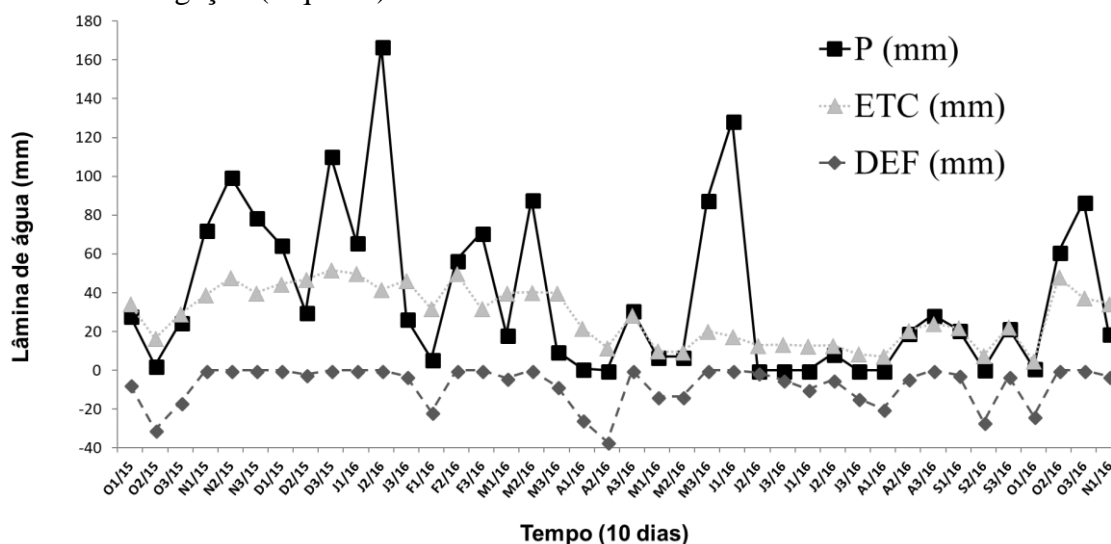


Figura 3. Balanço Hídrico durante a realização do experimento out15/nov16 para o manejo sem irrigação (sequeiro).



As análises fisiológicas foram realizadas ao longo do desenvolvimento do terceiro ciclo (segunda soqueira) de cana-de-açúcar, na safra 2015/2016, nos períodos de: 117 (01 de fevereiro de 2016); 236 (30 de maio de 2016); 347 (18 de setembro de 2016) e 393 (03 de novembro de 2016), dias após o corte da soqueira anterior (DAC).

O teor de clorofila aparente foi avaliado utilizando o clorofilômetro (SPAD-502) ao longo do experimento. Cada amostra era composta por 15 folhas +3 (terceira folha apical completamente

expandida) por parcela repetindo isso para as 4 épocas de avaliação.

Para analisar o índice de área foliar (IAF), foi utilizado um ceptômetro modelo LP-80. As leituras em cada parcela foram realizadas às 14 horas abaixo do dossel foliar, rente ao solo, nas épocas de avaliações descritas no parágrafo anterior. O IAF foi determinado pela diferença da leitura de PAR acima e abaixo do dossel da planta.

A condutância estomática e a temperatura foliar foram obtidas por meio do aparelho Leaf Porometer (Decagon

Devices). Utilizou-se 10 plantas por parcela, as leituras foram realizadas no período da manhã antes das 10 horas, tomadas na porção mediana da folha +1 (primeira folha apical completamente expandida).

Na colheita final determinou-se a produtividade de colmos (TCH) ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e de açúcar (TPH) ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) segundo método descrito por Caldas (1998) e Consecana (2003). Manualmente foram colhidos e pesados com célula de carga os colmos de cada parcela. Uma amostra dos colmos, foi utilizada para determinação da qualidade tecnológica da matéria-prima segundo Consecana (2003). Com esses resultados, considerando a existência de 5.556 m lineares de cana-de-açúcar em um hectare, foram estimados a produção de colmos (TCH) e de açúcar (TPH) em $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Os efeitos dos tratamentos foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F, ao nível de 95% de confiança. Posteriormente para as causas de variação significativas foi aplicado o teste de Tukey ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice SPAD não identificou diferenças entre os genótipos, apenas entre os manejos (Tabela 1). Na Tabela 1, constatou-se que com avanço do ciclo de desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, ocorreu uma redução do índice SPAD. Trabalho semelhante foi descrito por Kölln (2012). No ambiente irrigado para a dose de $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de nitrogênio, nas avaliações aos 121, 208, 291 e 381 DAC, Kölln (2012) encontrou valores de: 42; 38; 35 e 34 respectivamente. Resultados semelhantes ao desta pesquisa foi constatado por Silva et. al (2012); Oliveira et al. (2013); Geronimo (2014). A oxidação (destruição) da clorofila é uma das consequências da deficiência hídrica, que resulta na perda da coloração verde das folhas (SILVA et al., 2012; JANGPROMMA et al., 2010).

Tabela 1. Análise do teor relativo de clorofila aparente (SPAD), em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

Manejo	Genótipos	Índice SPAD				
		117 DAC	236 DAC	347 DAC	393 DAC	Média**
Sequeiro	RB867515	42,65 a	36,17 a	34,82 a	32,42 a	36,52 a
Sequeiro	SP-801842	44,98 a	36,68 a	33,66 a	31,87 a	36,80 a
Sequeiro	CTC6	43,75 a	37,61 a	36,09 a	31,73 a	37,29 a
Sequeiro	RB92579	43,75 a	34,63 a	35,32 a	30,82 a	36,13 a
Irigado	RB867515	42,39 a	37,45 a	36,04 a	34,10 a	37,49 a
Irigado	SP-801842	44,12 a	38,07 a	37,14 a	34,96 a	38,57 a
Irigado	CTC6	43,27 a	41,59 a	39,06 a	35,46 a	39,84 a
Irigado	RB92579	44,12 a	37,64 a	35,75 a	36,83 a	38,58 a
Manejo (S)		43,47 A	36,27 A	34,97 A	31,71 A	36,68 A
Manejo (I)		43,78 A	38,69 B	36,99 B	35,34 B	38,62 B
M Geral		43,62	37,48	35,98	33,52	37,65
F Genótipo		1,83	3,77*	2,68	0,10	3,41*
F Manejo		0,24	9,78*	9,80*	22,41*	28,62*
F M x G		0,17	0,72	1,23	1,39	1,00
CV (%)		4,08	5,83	5,09	6,47	2,73

Valores seguidos pela mesma letra minúscula não diferem entre si para genótipos no mesmo manejo, pelo teste tukey à 5%. Valores seguidos pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para manejo (irrigado e sequeiro),

pelo teste de tukey à 5%. * significativo à 5% de probabilidade. ** valores médios de todos os períodos amostrados.

O IAF (Tabela 2), médio de todos os períodos amostrados (Média**) foi significativamente diferente para os manejos irrigado (6,17) em comparação com manejo de sequeiro (5,81). Na média do manejo de sequeiro, o genótipo CTC6 obteve o menor valor (5,34), possivelmente por ser um genótipo não tolerante ao estresse hídrico. Já no manejo irrigado o genótipo RB92579 obteve um índice de área foliar maior (6,78) em comparação aos outros genótipos, demonstrando ser mais

responsivo a irrigação. Oliveira (2007) encontrou resultados semelhantes aos deste trabalho, mostrando que a cultura chegou ao máximo de IAF aos 377 dias após o plantio (DAP) e que os cultivares RB855113 e RB72545 apresentaram maior índice de área foliar. Ramesh (2000) constatou, que passada a fase de máximo crescimento da cultura da cana-de-açúcar, ocorre uma diminuição na produção de folhas verdes e conseqüentemente do IAF.

Tabela 2. Índice de área foliar (IAF), em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

Manejo	Genótipo	IAF									
		117 DAC	236 DAC	347 DAC	393 DAC	Média**					
Sequeiro	RB867515	3,26	a	5,51	a	7,79	a	7,48	a	6,01	ab
Sequeiro	SP-801842	2,85	a	5,11	a	7,81	a	7,41	a	5,79	ab
Sequeiro	CTC6	2,50	a	5,28	a	7,76	a	5,82	a	5,34	a
Sequeiro	RB92579	3,81	a	5,86	a	8,60	a	6,08	a	6,09	b
Irigado	RB867515	2,68	a	5,41	a	7,43	a	7,53	a	5,76	a
Irigado	SP-801842	2,91	ab	5,85	a	7,70	a	7,18	a	5,91	ab
Irigado	CTC6	3,81	ab	6,03	a	8,11	a	7,39	a	6,33	ab
Irigado	RB92579	4,07	b	6,77	a	8,33	a	7,96	a	6,78	b
Manejo (S)		3,10	A	5,44	A	7,89	A	6,69	A	5,81	A
Manejo (I)		3,37	A	6,01	B	7,99	A	7,51	B	6,17	B
M Geral		3,24		5,73		7,94		7,10		6,00	
F Genótipo		3,91*		2,54		1,37		1,54		4,36*	
F Manejo		1,16		5,15*		0,09		6,82*		7,92*	
F M x G		2,58		0,81		0,24		2,88		4,06*	
CV (%)		21,30		12,46		11,42		12,47		6,51	

Valores seguidos pela mesma letra minúscula não diferem entre si para genótipos no mesmo manejo, pelo teste tukey à 5%. Valores seguidos pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para manejo (irrigado e sequeiro), pelo teste de tukey à 5%. * significativo à 5% de probabilidade. ** valores médios de todos os períodos amostrados.

Comparando os manejos, observa-se que o sequeiro sempre apresentou valores de IAF menores comparado com o irrigado, porém apenas ao 236 e 393 DAC possui diferença estatística, mostrando que em ambiente irrigado cana-de-açúcar chega no final do ciclo com maior área foliar.

Os resultados de condutância estomática (gs) observados na Tabela 3 demonstram diferenças significativas nos

manejos (F-Manejo) nas quatro épocas avaliadas (117, 236, 347 e 393 DAC). No manejo irrigado aos 393 dias após o corte, observou-se diferença entre os genótipos, onde o CTC 6 e o RB92579 apresentaram maiores valores de condutância estomática, possivelmente indicando que esses dois genótipos apresentam uma melhor resposta à condições hídricas mais favoráveis.

Tabela 3. Condutância estomática (gs), em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

Manejo	Genótipos	----- mmol m ⁻² s ⁻¹ -----									
		117 DAC	236 DAC	347 DAC	393 DAC	Média**					
Sequeiro	RB867515	246	b	132	a	183	a	160	a	180	b
Sequeiro	SP-801842	239	ab	149	a	178	a	154	a	180	b
Sequeiro	CTC6	156	a	111	a	150	a	125	a	135	a
Sequeiro	RB92579	194	ab	110	a	165	a	132	a	150	ab
Irrigado	RB867515	267	a	136	a	205	a	248	ab	214	a
Irrigado	SP-801842	286	a	150	a	212	a	200	a	212	a
Irrigado	CTC6	374	b	196	a	251	a	303	b	281	b
Irrigado	RB92579	297	a	160	a	227	a	321	b	251	ab
Manejo (S)		208,99	A	125,91	A	169,26	A	143,45	A	161,91	A
Manejo (I)		306,54	B	161,09	B	224,39	B	268,56	B	240,15	B
M Geral		257,77		143,50		196,82		206,01		201,03	
F Genótipos		0,38		1,01		0,09		2,83		0,48	
F Manejo		47,74*		15,58*		28,04*		100,86*		95,57*	
F M x G		9,61*		4,10		2,78		7,78*		11,87*	
CV (%)		15,49		19,55		14,96		17,10		11,26	

Valores seguidos pela mesma letra minúscula não diferem entre si para genótipos no mesmo manejo, pelo teste tukey à 5%. Valores seguidos pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para manejo (irrigado e sequeiro), pelo teste de tukey à 5%. * significativo à 5% de probabilidade. ** valores médios de todos os períodos amostrados.

Valores similares aos deste trabalho, foram encontrados em outras pesquisas, onde ocorreu a redução da condutância estomática na cultura de cana-de-açúcar sob a deficiência hídrica (GRAÇA et al., 2010; PINCELLI, 2010; GERONIMO, 2014). O fechamento dos estômatos é um mecanismo de defesa da planta, e tem por objetivo reduzir a perda de água, porém como consequência reduz também a assimilação de CO₂ (PIMENTEL, 2004).

A cana-de-açúcar possui variações genotípicas, apresentando algumas características de tolerância a deficiência hídrica (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005). Silva et al. (2012) verificaram que a redução da condutância estomática foi menor em genótipos considerados tolerantes, sugerindo que seja um mecanismo fisiológico responsável pela tolerância a seca, como podemos observar no presente trabalho nas variedades RB867515 e SP80-1842 considerando a

média**, obtiveram maiores valores em sistema de sequeiro.

Na Tabela 4 verifica-se diferenças de 2 a 3 °C da temperatura foliar, a mais para o manejo de sequeiro em comparação manejo irrigado.

Com o aumento da temperatura foliar, provavelmente causado pelo estresse hídrico, ocorreu uma menor transpiração, assim fechando os estômatos que é a possível causa do aumentando a temperatura (TAIZ; ZEIGER, 2009; COSTA et al., 2013).

Silva et al. (2014) encontrou resultados semelhantes, em que verificou na temperatura foliar um aumento médio de 3°C, em cana-de-açúcar com deficiência hídrica. Alguns autores conseguiram associar a redução na produtividade de cana-de-açúcar com o aumento na temperatura foliar e a deficiência hídrica (SILVA et al., 2007; SANTOS, 2013).

Tabela 4. Temperatura foliar (°C), em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

Manejo	Genótipos	-----T°C-----									
		117 DAC		236 DAC		347 DAC		393 DAC		Média**	
Sequeiro	RB867515	32,3	bc	21,5	a	30,9	a	31,5	a	29,0	ab
Sequeiro	SP-801842	30,1	a	21,0	a	31,2	a	32,3	a	28,6	a
Sequeiro	CTC6	33,0	c	22,8	a	32,8	a	33,0	a	30,4	c
Sequeiro	RB92579	30,8	ab	22,4	a	32,5	a	33,4	a	29,8	bc
Irrigado	RB867515	28,6	a	21,5	a	29,7	a	30,6	ab	27,6	ab
Irrigado	SP-801842	29,3	a	21,4	a	30,1	a	31,7	b	28,1	b
Irrigado	CTC6	28,4	a	19,4	a	29,1	a	29,4	a	26,6	a
Irrigado	RB92579	29,1	a	19,2	a	29,8	a	28,9	a	26,8	a
Manejo (S)		31,57	B	21,95	B	31,88	B	32,59	B	29,49	B
Manejo (I)		28,8	A	20,43	A	29,73	A	30,17	A	27,31	A
M Geral		30,232		21,19		30,80		31,38		28,40	
F		1,57		0,55		0,48		1,09		0,19	
Genótipos											
F Manejo		55,89*		15,02*		15,83*		36,62*		107,73*	
F M x G		6,16*		6,63*		1,44		6,05*		12,94*	
CV (%)		3,34		5,25		4,97		3,6		2,10	

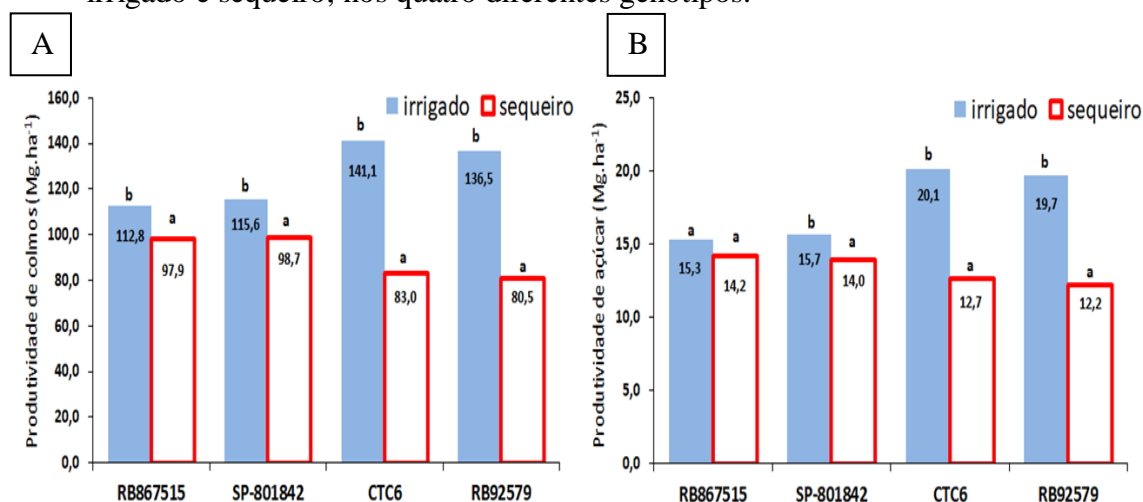
Valores seguidos pela mesma letra minúscula não diferem entre si para genótipos no mesmo manejo, pelo teste tukey à 5%. Valores seguidos pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para manejo (irrigado e sequeiro), pelo teste de tukey à 5%. * significativo à 5% de probabilidade. ** valores médios de todos os períodos amostrados.

Observa-se na Figura 4, o aumento considerável da produtividade de colmos (TCH) de cana-de-açúcar no manejo irrigado comparado ao manejo sequeiro, como observado d Dellabiglia (2016) e Gava et al. (2010), sendo significativo para todos os genótipos, porém tendo uma diferença maior nos genótipos: CTC6 (58,4 Mg.ha⁻¹) e RB92579 (56 Mg.ha⁻¹). Verifica-se que, ocorreu diferenças significativas na produtividade de açúcar para todos os genótipos, porém tendo uma

diferença maiores nos genótipos CTC6 (7,4 Mg.ha⁻¹) e RB92579 (7,5 Mg.ha⁻¹).

Oliveira et al., (2011) avaliaram também os genótipos RB867515 e RB92579, assim como neste trabalho, observaram maiores produtividades de colmos e de açúcar no manejo irrigado, em comparação com o sequeiro. Constatou-se também maior resposta do genótipo RB9259 a tecnologia de irrigação (255,6 Mg.ha⁻¹) do que em sequeiro (90,1 Mg.ha⁻¹), sendo esse aumento de 185%.

Figura 4. (A) Produtividade de colmos (TCH) e (B) produtividade de açúcar (TPH), nos manejos irrigado e sequeiro, nos quatro diferentes genótipos.



Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste tukey à 5%.

Dalri et al. (2008) observaram, que com a implantação de tecnologia de irrigação, obtiveram acréscimo médio de 48,57% na produção de cana-de-açúcar, e de 66,1% no açúcar total recuperável (ATR), utilizando o genótipo RB72454.

Resultados de produtividade durante dois ciclos de cultivo (2007 e 2008) obtidos por Gava et al., (2011) demonstraram que os genótipos SP80-3280, RB855536 e RB867515 apresentaram respostas diferenciadas na eficiência de utilização da água, e na produtividade de colmos e de açúcar nos manejos: irrigado por gotejamento e de sequeiro. Estes autores concluíram que o genótipo SP80-3280 foi mais sensível a deficiência hídrica em comparação com os materiais: RB855536 e RB867515.

Constata-se neste trabalho que cada genótipo de cana-de-açúcar possuiu uma capacidade de tolerar à deficiência hídrica e ou rapidamente se regenerar deste estresse ambiental (RAMESH e MAHADEVASWAMY, 2000; SMIT; SINGELS, 2006), tendo como resultado, potenciais de produtividade de colmos e de açúcar diferenciados. Corroborando com esses resultados os índices fisiológicos: condutância estomática (gs) e temperatura

foliar além dos trabalhos desenvolvidos por vários pesquisadores (SALIENDRA et al., 1996; INMAN-BAMBER; SMITH, 2005; PINCELLI, 2010; GAVA et al., 2011).

6 CONCLUSÕES

Os índices fisiológicos: condutância estomática (gs) e temperatura foliar, selecionaram com maior acurácia os genótipos de cana-de-açúcar tolerantes a deficiência hídrica e responsivos às tecnologias de irrigação.

Os genótipos RB92579 e CTC6 foram menos tolerantes a deficiência hídrica e mais responsivos às tecnologias de irrigação, considerando a produtividade de colmos e de açúcar.

Os genótipos RB867515 e SP80-1842, foram mais tolerantes a deficiência hídrica e menos responsivos às tecnologias de irrigação, considerando produtividade de colmos e de açúcar.

7 AGRADECIMENTO

A Capes, pela Bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor e a FAPESP (Processos: 04/13276-5 e 05/56519-8).

8 REFERÊNCIAS

- ALFONSI, R. R. PEDRO JUNIOR, M. J.; BRUNINI, O.; BARBIERI, V. Condições climáticas para cana-de-açúcar. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, p. 42-55, 1987.
- CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. **Manual de instruções**. 4.ed. Piracicaba: CONSECANA, 2003. 115p.
- COSTA, J. M.; GRANT, O. M.; CHAVES, M. M. Thermography to explore plant–environment interactions. **Journal of experimental botany**, Oxford, v. 64, n. 13, p. 3937-3949, abr. 2013.
- DALRI, A. B.; CRUZ, R. L.; GARCIA, C. J. B.; DUENHAS, L. H. Irrigação por gotejamento subsuperficial na produção e qualidade de cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2008.
- DELLABIGLIA, W. J. **Disponibilidade hídrica e utilização do nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subsuperficial**. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 306 p, ed. 2, 2006.
- 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, PB, v.12, p. 356–362, jan. 2008.
- GAVA, G. J. C.; KÖLLN, O. T.; URIBE, R. A. M.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H. Interação entre água e nitrogênio na produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). In: CRUSCIOL, C. A. (Org.). **Tópicos em ecofisiologia da cana-de-açúcar**. 1. ed. Botucatu: FEPAF, v. 1, p. 49-66, 2010.
- GAVA, G. J. DE C.; SILVA, M. DE A.; SILVA, R. C. DA; 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, dez. 2011.
- GERONIMO, G. Z. **Características morfofisiológicas e agrupamento genético de cana-de-açúcar sob deficiência hídrica**. 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.
- GRAÇA, J. P.; RODRIGUES, F. A.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; ZINGARETTI, S. M. Physiological parameters in sugarcane cultivars

submitted to water deficit. **Brazilian Society of Plant Physiology**, Londrina, v. 22, p. 189-197, out. 2010.

GHANNOUM, O. C4 Photosynthesis and water stress. **Annals of Botany**, Oxford, v. 103, p. 635-644, fev. 2009.

HOWELL, T. A.; EVETT S. R. **The Penman-Monteith method**. Washington, DC: USDA-Agricultural Research Service, Conservation & Production Research Laboratory, 2004. 14 p.

INMAN-BAMBER, N. G.; SMITH, D. M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 92, n. 2-3, p. 185-202, jun. 2005.

JANGPROMMA N.; SONGSRI P.; THAMMASIRIRAK S.; JAISIL P. Rapid assessment of chlorophyll content in sugarcane using a SPAD chlorophyll meter across different water stress conditions. **Asian Journal of Plant Sciences**, Paquistão, v. 9, n. 6, p. 368-374, 2010.

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

KÖLLN, O. T. **Interação entre os estresses de nitrogênio e disponibilidade hídrica no fracionamento isotópico de ^{13}C e na produtividade em soqueira de cana-de-açúcar**. 2012. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2012.

OLIVEIRA, E. C. A. **Balço nutricional da cana-de-açúcar relacionada à adubação nitrogenada**. 2011. 213 f. Tese (Doutorado Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

OLIVEIRA, E. C. A.; GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; OTTO, R.; FRANCO H. C. J. Determining a critical nitrogen dilution curve for sugarcane. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 176, p. 712-723, ago. 2013.

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

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

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Editora Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 191 p. 2014.

PINCELLI, R. P. **Tolerância à deficiência hídrica em cultivares de cana-de-açúcar avaliada por meio de variáveis morfofisiológicas**. 2010. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

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**, Madhya Pradesh, India, v. 185, p. 83-89, 2000.

RAMESH, P.; MAHADEVASWAMY, M. Effect of formative phasedrought 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, dez. 2000.

SANTOS, C. M. **Mecanismos fisiológicos e bioquímicos da cana-de-açúcar sob estresses induzidos por deficiência hídrica e paraquat**. 2013. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

SALIENDRA, N.Z.; MEINZER, F.C.; PERRY, M.; THOM, M. Associations between partitioning of carboxylase activity and bundle sheath leakiness to CO₂, carbon isotope discrimination, photosynthesis, and growth in sugarcane. **Journal of Experimental botany**, Havaí, v. 47 p. 907-914, jul. 1996.

SILVA, P. P.; SOARES, L.; COSTA, J. G.; VIANA, L. S.; ANDRADE, J. C. F.; GONÇAVES, E. R.; SANTOS, J. M.; BARBOSA, G. V. S. B.; NASCIMENTO, V. X.; TODARO, A. R.; RIFFEL, A.; GROSSI-DE-SA, M. F.; BARBOSA, M. H. P.; SANT'ANA, A. E. G.; RAMALHO NETO C. E. Path analysis for selection of drought tolerant sugarcane genotypes through physiological components. **Industrial Crops and Products**, v. 37, p. 11-19, maio. 2012.

SILVA, M. A.; JIFON, J. L.; DA SILVA, J. A. G.; DOS SANTOS, C. M.; SHARMA, V. Relationships between physiological traits and productivity of sugarcane in response to water deficit. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, n. 15, v. 1, p. 1-15, fev. 2014.

SILVA, M. A.; JIFON, J. L.; DA SILVA, J. A. G.; SHARMA, V. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v.19, n.3, p.193-201, jul/set. 2007.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.