

TROCAS GASOSAS EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS A DEFICIT HÍDRICO NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Welson Lima Simões¹, Anderson Ramos de Oliveira², Jucicléia Soares da Silva³, Vinicius Gonçalves Torres Junior⁴, Wesley Oliveira da Silva⁵, Lizz Kezzy de Moraes⁶

RESUMO: O déficit hídrico é um dos fatores ambientais que limitam a produtividade agrícola no semiárido brasileiro. Considerando-se a expansão da área de cultivo de cana-de-açúcar nesta região, a seleção de variedades cada vez mais tolerantes a este meio ambiente pode ser uma ferramenta fundamental para sua sustentabilidade. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito das lâminas de irrigação sobre as trocas gasosas de variedades de cana-de-açúcar submetidas a déficit hídrico no Submédio São Francisco. O experimento foi conduzido em campo no delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 X 19 com quatro lâminas de irrigação (20; 40; 60; 100% da evapotranspiração da cultura) e dezenove variedades de cana-de-açúcar (BGCN 6, BGCN 87, BGCN 88, BGCN 89, BGCN 90, BGCN 91, BGCN 94, BGCN 101, BGCN 102, BGCN 104, BGCN 114, BGCN 117, BGCN 118, BGCN 119, BGCN 120, BGCN 122, BGCN 123, BGCN 125 e BGCN 127), com três repetições. Aos 90 dias após o plantio foram avaliadas as trocas gasosas. As variedades BGCN 123, BGCN 90 e BGCN 118 foram consideradas adaptadas ao déficit hídrico no Submédio São Francisco.

PALAVRAS-CHAVE: Trocas gasosas, *Saccharum*, irrigação

GAS EXTRACTIONS ON SUGAR CANE VARIETIES SUBMITTED TO WATER DEFICIT IN IN THE LOWER MIDDLE SÃO FRANCISCO

¹ Pesquisador, Embrapa Semiárido, CEP 56302-970, Petrolina-Pe. Fone (87) 38663600. e-mail: welson.simoes@embrapa.br.

² Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE.

³ Pós-Doutoranda, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE.

⁴ Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, UPE, Petrolina-PE.

⁵ Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, UPE, Petrolina-PE.

⁶ Pesquisadora, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo-AL.

ABSTRACT: Water deficit is one of the environmental factors that limit agricultural productivity in the Brazilian semiarid. Considering the expansion of sugarcane cultivation area in this region, the selection of varieties that are increasingly tolerant to this environment can be a fundamental tool for their sustainability. Thus, the present work aimed to evaluate the effect of irrigation depths on gas exchange of sugarcane varieties submitted to water deficit in the in the lower middle São Francisco. The experiment was conducted in the field in a randomized block design in a 4 X 19 factorial scheme with four irrigation depths (20; 40; 60; 100% of crop evapotranspiration) and nineteen varieties of sugarcane (BGCN 6; BGCN 87, BGCN 88, BGCN 89, BGCN 90, BGCN 91, BGCN 94, BGCN 101, BGCN 102, BGCN 104, BGCN 114, BGCN 117, BGCN 118, BGCN 120, BGCN 122, BGCN 123, BGCN 125 and BGCN 127), with three repetitions. At 90 days after planting, gas exchange was evaluated. The varieties BGCN 123, BGCN 90 and BGCN 118 were considered adapted to the water deficit in the lower middle São Francisco.

KEYWORDS: Gas exchange, *Saccharum*, irrigation.

INTRODUÇÃO

O Estado de Pernambuco apresentou, na safra 2018/2019, uma área cultivada com cana-de-açúcar de 231,3 mil hectares, produtividade de 49,407 t ha⁻¹ e uma produção de 11.425,4 mil toneladas, produtividade esta inferior em cerca de 32% a média nacional (Conab, 2019).

Dentre os fatores que afetam o comportamento fisiológico e a produtividade dos vegetais, pode-se destacar o estresse hídrico como um dos mais impactantes. Diante disto, a água é o fator ambiental mais relevante para o desenvolvimento das plantas de modo que seu excesso ocasiona sérios prejuízos podendo afetar a aeração na zona radicular e a lixiviação dos nutrientes, enquanto que sua falta pode inibir o crescimento da planta e afetar o metabolismo fisiológico e, por fim, a produção.

Com isso, o manejo da irrigação deve ser adequado visando à eficiência no uso da água (Bilibio et al., 2010; Lima et al., 2012). Desta forma, a disponibilidade hídrica no solo pode causar fechamento estomático limitando a condutância estomática e a transpiração, o que reduz, conseqüentemente, a taxa de fotossíntese (Silva et al., 2010).

Nas regiões semiáridas, se a compensação de água não for suficiente, as plantas reduzem as suas taxas fotossintéticas, comprometendo a produção de fotoassimilados e conseqüentemente a sua produtividade (Taiz et al., 2017).

Além disso, os parâmetros fisiológicos de uma cultura podem sofrer influência da variedade empregada, principalmente, pela sua tolerância ao déficit hídrico.

Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito das lâminas de irrigação sobre as trocas gasosas de variedades de cana-de-açúcar submetidas a déficit hídrico no Submédio São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental do Bebedouro, instalada na sede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - Semiárido, em Petrolina-PE (latitude: 9°09' S, longitude: 40°22' W, altitude: 365,5 m).

O clima da região, segundo Köppen é do tipo BSW_h, tropical Semiárido, conforme descrito por Reddy e Amorim Neto (1983). As chuvas concentram-se entre os meses de novembro e abril, com precipitação média anual de 540 mm, irregularmente distribuída. A temperatura média anual é de 26,5°C, variando entre 21 e 32°C, com uma evaporação média anual de 2000 mm, umidade relativa do ar média anual de 67,8%, com 3.000 horas de brilho solar e velocidade média do vento de 2,3 m/s.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, dispostos em esquema fatorial de 2 X 19, com quatro lâminas de irrigação (20; 40; 60; 100% da evapotranspiração da cultura) e representados por dezenove acessos pertencentes a diferentes gêneros/espécies, sendo dez acessos de *Saccharum officinarum* (BGCN 6, BGCN 91, BGCN 104, BGCN 127, BGCN 90, BGCN 101, BGCN 102, BGCN 118, BGCN 125 e BGCN 122), dois acessos *Saccharum* spp. (BGCN 87 e BGCN 89), um acesso *Saccharum híbrido* (BGCN 88), um acesso *Saccharum robustum* (BGCN 94), quatro acessos de *Erianthus arundinaceus* (BGCN 117, BGCN 119, BGCN 120 e BGCN 123) e um acesso de *Miscanthus* spp., com três repetições.

Após 90 dias de déficit hídrico foram avaliadas as trocas gasosas por meio do analisador portátil de gás infravermelho (IRGA), modelo Li-6400 Licor®, utilizando luz artificial fixada em 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. As variáveis fisiológicas das plantas analisadas foram: taxa de fotossíntese (A), condutância estomática (g_s) e transpiração (E).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o programa Sisvar 5.0. Para as situações em que houve interação significativa entre as variedades e lâminas, foi realizado o desdobramento das variáveis dentro de cada fator, caso contrário, considerou-se o

efeito independente dos fatores para as variáveis estudadas. Para comparação entre as variedades foi realizado o teste de médias Scott knott a 5% de probabilidade e para lâminas foi realizado a regressão a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após avaliação das trocas gasosas, verificou-se que a interação entre variedades e lâminas de irrigação foi significativa para a taxa de fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E). Apesar da análise de desdobramento de variedade dentro de cada nível de cada lâmina não constatar interações significativas. No entanto, observou-se que o efeito das lâminas de irrigação sobre as diferentes variedades de cana-de-açúcar influenciou na variação das trocas gasosas (Tabela 1).

Observou-se que a redução da lâmina de irrigação nas variedades BGCN 6, BGCN 127, Q42509, BGCN 90, BGCN 101, BGCN 102, BGCN 87 e BGCN 120 promoveu o decréscimo da taxa de fotossíntese, provavelmente estresse causado pelo déficit hídrico ocasionou o declínio da fotossíntese.

O decréscimo da taxa de fotossíntese com a redução da lâmina, observado nesse trabalho, está associado ao fechamento estomático, limitando a transpiração o que deve ter provocado redução da taxa de fotossíntese. Resultado semelhante foi encontrado por Silva et al. (2010).

De acordo com Scalon et al., (2011) quando a planta está sob condições de baixa disponibilidade de água no solo, vários processos metabólicos podem ser influenciados resultando na alteração de diversos eventos fisiológicos como o fechamento estomático, com consequente redução da condutância estomática e da fotossíntese, bem como o processo de transpiração, levando ao declínio da taxa de crescimento.

O fechamento parcial dos estômatos, observado na variedade BGCN 123 por meio da diminuição da condutância estomática, e a queda na taxa de transpiração, mais rápida que a queda na fotossíntese, indicam a existência de mecanismos de adaptação em cana, no sentido de diminuir as perdas de água, quando sob condição de estresse hídrico.

Tabela 1. Taxa de fotossíntese (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e transpiração (E) ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em variedades de cana-de-açúcar em função das diferentes lâminas de irrigação.

Variedade	Taxa de fotossíntese				Condutância estomática				Transpiração			
	Lâmina (%)											
	20	40	60	100	20	40	60	100	20	40	60	100
BGCN 6	24,31 a	26,64 a	34,30 a	33,49 a	0,19 a	0,16 a	0,15 a	0,18 a	0,0043 a	0,0035 a	0,0036 a	0,0051 a
BGCN 91	23,39a	24,95 a	34,87 b	34,75 b	0,17 a	0,16 a	0,17 a	0,22 a	0,0038 a	0,0037 a	0,0041 a	0,0049 a
BGCN 104	18,82 a	26,68 a	36,13 b	24,12 a	0,13 a	0,15 a	0,18 a	0,10 a	0,0031 a	0,0035 a	0,0043 a	0,0025 a
BGCN 127	22,26 a	24,05 a	35,53 b	36,26 b	0,12 a	0,14 a	0,17 a	0,23 b	0,0034 a	0,0033 a	0,0040 a	0,0052 b
BGCN 119	24,99 a	38,16 b	41,09 b	33,26 b	0,16 a	0,23 a	0,20 a	0,23 a	0,0037 a	0,0054 a	0,0045 a	0,0051 a
BGCN 123	21,57 a	39,45 b	39,70 b	38,97 b	0,14 a	0,18 a	0,19 a	0,11 a	0,0031 a	0,0040 a	0,0056 b	0,0036 a
BGCN 117	19,97 a	36,61 b	45,43 b	39,88 b	0,12 a	0,28 b	0,24 b	0,30 b	0,0028 a	0,0064 b	0,0056 b	0,0062 b
BGCN 88	14,75 a	12,66 a	24,97 a	19,27 a	0,09 a	0,06 a	0,13 a	0,11 a	0,0021 a	0,0015 a	0,0028 a	0,0025 a
BGCN 89	20,29 a	24,95 a	31,80 b	35,40 b	0,13 a	0,14 a	0,19 a	0,17 a	0,0031 a	0,0033 a	0,0046 a	0,0035 a
BGCN 90	17,99 a	21,48 a	27,43 b	31,23 b	0,10 a	0,12 a	0,16 a	0,11 a	0,0025 a	0,0029 a	0,0037 a	0,0030 a
BGCN 101	13,77 a	22,35 a	31,72 b	39,37 b	0,09 a	0,12 a	0,21 b	0,19 b	0,0021 a	0,0030 a	0,0046 b	0,0045 b
BGCN 102	13,87 a	15,04 a	27,50 b	30,11 b	0,08 a	0,08 a	0,16 a	0,12 a	0,0020 a	0,0020 a	0,0037 b	0,0036 b
BGCN 118	34,75 a	25,24 a	34,67 a	38,24a	0,23 b	0,14 a	0,24 b	0,11 a	0,0052 a	0,0035 a	0,0052 a	0,0042 a
BGCN 125	15,32 a	32,51 b	32,31 b	25,13 b	0,10 a	0,18 a	0,17 a	0,12 a	0,0025 a	0,0041 a	0,0038 a	0,0028 a
BGCN 114	32,37 a	25,33 a	34,93 a	36,18 a	0,20 b	0,11 a	0,24 b	0,16 a	0,0044 b	0,0027 a	0,0055 b	0,0041 b
BGCN 87	21,03 a	34,15 b	37,42 b	41,03 b	0,16 a	0,23 a	0,28 a	0,23 a	0,0040 a	0,0063 b	0,0062 b	0,0057 b
BGCN 94	15,99 a	27,047 b	30,55 b	26,02b	0,12 a	0,15 a	0,20a	0,13 a	0,0029 a	0,0030 a	0,0044 a	0,0030 a
BGCN 120	33,03 a	38,54 a	41,57 a	41,92a	0,22 a	0,22 a	0,16 a	0,26 a	0,0050 a	0,0053 a	0,0064 a	0,0045 a
BGCN 122	11,23 a	26,08 b	24,34 b	37,79 c	0,08 a	0,15 a	0,14 a	0,25 b	0,0018 a	0,0034 a	0,0034 a	0,0054 b

* Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra minúscula não são estatisticamente diferentes, de acordo com o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Observa-se que a condutância estomática para a variedade BGCN 127 aumentou linearmente em função do aumento das lâminas de irrigação. Este fato pode ser explicado pelo aumento da disponibilidade hídrica no solo, indicando assim, que o incremento da irrigação proporcionou maior abertura estomática. De acordo com Silva et al., (2015) a água é um dos fatores fundamentais responsáveis pelo processo de regulação da abertura ou fechamento dos estômatos.

A redução da condutância estomática não resultou na diminuição das taxas fotossintéticas das variedades BGCN 102 e BGCN 120. Nas variedades BGCN 104, BGCN 127, BGCN 117, Q42509, BGCN 101, BGCN 125, BGCN 114, BGCN 87, BGCN 94 e BGCN 122 a relação obtida entre a condutância e a fotossíntese foi exponencial sendo diferente das respostas obtidas para a cana. Foram observadas que nessas variedades que a condutância estomática na cana foi mais sensível à deficiência hídrica.

Constata-se que a transpiração para as variedades BGCN 91, BGCN 127, BGCN 101, BGCN 102 e BGCN 122 aumentaram linearmente em função do aumento das lâminas de

irrigação. Para a taxa de fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E) observou-se efeito isolado tanto das lâminas de irrigação (Tabela 1), quanto para as variedades (Tabela 2).

Nas variedades BGCN 123, BGCN 90 e BGCN 118 a condutância estomática e a transpiração reduziram e apresentaram maior atividade fotossintética, caracterizado pela eficiência na fixação de CO₂ (Tabela 2). Portanto, pode-se considerar essas variedades tolerantes ao déficit hídrico no Submédio São Francisco. As variedades BGCN 119, BGCN 117, BGCN 118, BGCN 87 e BGCN 120 apresentaram maior atividade fotossintética.

Tabela 2. Taxa de fotossíntese (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e transpiração (E) ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em variedades de cana-de-açúcar submetidas a déficit hídrico no Submédio São Francisco.

Variedade	Taxa de fotossíntese	Condutância estomática	Transpiração
BGCN 6	29,69 c	0,17 b	0,0041 c
BGCN 91	29,49 c	0,18 c	0,0041 c
BGCN 104	26,43 b	0,14 b	0,0033 b
BGCN 127	29,50 c	0,17 b	0,0040 c
BGCN 119	34,38 d	0,20 d	0,0047 c
BGCN 123	34,92 d	0,15 b	0,0041 c
BGCN 117	35,47 d	0,24 d	0,0053d
BGCN 88	17,91 a	0,10 a	0,0022 a
BGCN 89	28,11 b	0,16 b	0,0036 b
BGCN 90	24,53 b	0,12 a	0,0030 a
BGCN 101	26,80 b	0,15 b	0,0035 b
BGCN 102	21,63 a	0,11 a	0,0028 a
BGCN 118	33,23 d	0,18 c	0,0045 c
BGCN 125	26,32b	0,14 b	0,0033 b
BGCN 114	32,20 c	0,18 c	0,0042 c
BGCN 87	33,41 d	0,23 d	0,0055 d
BGCN 94	24,90 b	0,15 b	0,0034 b
BGCN 120	38,76 d	0,22 d	0,0053 d
BGCN 122	24,86 b	0,15 b	0,0035 b

* Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra minúscula não são estatisticamente diferentes, de acordo com o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

As variedades BGCN 123, BGCN 90 e BGCN 118 foram consideradas adaptadas ao déficit hídrico no Submédio São Francisco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BILIBIO, C.; CARVALHO, J. DE A.; MARTINS, M.; REZENDE, F. C.; FREITAS, W. A.; GOMES, L. A. A. Função de produção da berinjela irrigada em ambiente protegido. **Irriga**, v.15, p.10-22, 2010.

CONAB - Companhia Brasileira de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar, safra 2018/2019**. Quarto Levantamento, v. 5, n. 4, p. 1-75, Brasília, 2019. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_13_08_45_51_boletim_cana_portugues_-_4o_lev_-_14-15.pdf>. Acesso em 5 de jul. 2019.

LIMA, M. A.; BEZERRA, M. A.; GOMES FILHO, E.; PINTO, C. M.; ENÉAS FILHO, J. Trocas gasosas em folhas de sol e sombreadas de cajueiro anão em diferentes regimes hídricos. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.654-663, 2010.

SCALON, S. D. P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. D. M.; KODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011.

SILVA, C. D. S.; SANTOS, P. A. A.; LIRA, J. M. S.; SANTANA, M. C.; SILVA JUNIOR, C. D. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, v.23, p.7-13, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.