

TROCAS GASOSAS DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDOS AO DÉFICIT HÍDRICO NO SEGUNDO CICLO DE CULTIVO

MIRANDY DOS SANTOS DIAS, FRANCISCO DE ASSIS DA SILVA², IDELVAN JOSÉ DA SILVA³, PEDRO DANTAS FERNANDES⁴ e CASSIANO NOGUEIRA DE LACERDA⁵

¹Doutorando em Engenharia Agrícola, PPGEA/CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, mirandysd@gmail.com;

²Dr. em Engenharia Agrícola, PDJ, CNPq, UFCG, Campina Grande-PB, agrofdsilva@gmail.com;

³MSc. Engenharia Agrícola, UFCG, idelvan3@hotmail.com;

⁴Dr. em Solos e Nutrição de Plantas, Prof. voluntário PPGEA/CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, pedrodantasfernandes@gmail.com;

⁵Doutorando em Engenharia Agrícola, PPGEA/CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, cassianonogueiraagro@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
04 a 06 de outubro de 2022

RESUMO: Objetivou-se avaliar os efeitos do déficit hídrico em genótipos de cana-de-açúcar na fase de perfilhamento, aos 38 dias após a rebrota. A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande (UAEA/UFCG). Os tratamentos resultaram da combinação entre cinco genótipos de cana-de-açúcar (G1 - RB863129; G2 - RB92579; G3 - RB962962; G4 - RB021754; G5 - RB041443) submetidos a duas condições hídricas na fase de perfilhamento da cultura (Controle - irrigação plena e déficit hídrico - 30% do volume de água aplicado nas plantas controle), distribuídos em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2 com 3 repetições, perfazendo 30 unidades experimentais. Foram avaliados os parâmetros fisiológicos: condutância estomática, transpiração, concentração interna de CO₂ e taxa de assimilação de CO₂. Os genótipos de cana-de-açúcar RB863129, RB92579, RB962962, RB021754 e RB041443, reduzem as trocas gasosas quando submetidos a 15 dias de déficit hídrico no início da fase de perfilhamento.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum spp.*, manejo da água, tolerância à seca.

SUGARCANE GAS EXCHANGE UNDER WATER STRESS IN THE SECOND CULTIVATION CYCLE

ABSTRACT: The objective was to evaluate the effects of water deficit on sugarcane genotypes in the tillering phase, at 38 days after regrowth. The research was carried out in a greenhouse at the Agricultural Engineering Academic Unit of the Federal University of Campina Grande (UAEA/UFCG). The treatments resulted from the combination of five sugarcane genotypes (G1 - RB863129; G2 - RB92579; G3 - RB962962; G4 - RB021754; G5 - RB041443) submitted to two water conditions in the tillering phase of the crop (Control - irrigation full and water deficit - 30% of the volume of water applied to the control plants), distributed in a randomized block design in a 5 x 2 factorial scheme with 3 replications, totaling 30 experimental units. Physiological parameters were evaluated: stomatal conductance, transpiration, internal CO₂ concentration and CO₂ assimilation rate. The sugarcane genotypes RB863129, RB92579, RB962962, RB021754 and RB041443 reduced gas exchange when submitted to 15 days of water deficit at the beginning of the tillering phase.

ABSTRACT: *Saccharum spp.*, water management, drought tolerance.

INTRODUÇÃO

No cenário mundial de mudanças climáticas, a seca tem se tornado cada vez mais frequente em regiões áridas e semiáridas do planeta, com fortes impactos socioeconômicos. A cana-de-açúcar,

em seu sistema de produção, consome entre 1.500 e 2.000 mm de água por ciclo anual para alcançar produtividade em torno de 100 a 150 t ha⁻¹ (Doorenbos & Kassam, 1979). No Nordeste, as condições climáticas constituem fator importante para determinação do rendimento médio da cultura, especialmente no quesito pluviosidade, que ocorre de forma irregular, acarretando déficit hídrico.

Tais efeitos induzem a planta ao acúmulo de ácido abscísico (ABA), envolvido no fechamento estomático, reduzindo a fotossíntese e a maioria dos processos de trocas gasosas, que são essenciais para a produção de biomassa (Larcher, 2004). Além disso, quando submetidas ao déficit hídrico, ocorre redução da atividade das enzimas do mesófilo e das células da bainha do feixe vascular, como fosfoenolpiruvato carboxilase (PEPcase), Rubisco, enzima málica (NADP-ME), frutose-1,6-bisfosfatase (FBPase) e piruvato ortofosfato diquinase (PPDK) (Dlamini, 2021). Isso resulta em redução do acúmulo de açúcar e da biomassa vegetal (Sage et al., 2013).

Embora, haja vários estudos que avaliam os efeitos do estresse hídrico na fisiologia da cana-de-açúcar, o conhecimento da tolerância à seca dos diferentes materiais genéticos é de grande importância na tomada de decisão de cultivo em áreas onde o fator limitante é a água. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos do déficit hídrico em genótipos de cana-de-açúcar na fase de perfilhamento, 38 dias após a rebrota.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em condições de casa de vegetação, pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande (UAEA/UFCG), com coordenadas geográficas 07° 15' 18" S, 35° 52' 28" O e altitude de 550 m.

Os tratamentos resultaram da combinação entre cinco genótipos de cana-de-açúcar (G1 - RB863129; G2 - RB92579; G3 - RB962962; G4 - RB021754; G5 - RB041443) submetidos a duas condições hídricas na fase de perfilhamento da cultura (Controle - irrigação plena e déficit hídrico - 30% do volume de água aplicado nas plantas controle), distribuídos em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2 com 3 repetições, perfazendo 30 unidades experimentais.

As plantas foram cultivadas em vasos de polietileno com capacidade de 40 L, onde receberam uma manta geotêxtil para evitar obstrução do sistema de drenagem e uma mangueira com 10 mm de diâmetro na base acoplada a dois recipientes plástico com capacidade volumétrica de 2,0 L cada, para coleta da água drenada. Posteriormente ao corte da cana-planta, iniciou-se o segundo ciclo de cultivo.

A restrição hídrica teve início aos 24 dias após a rebrota (DAR) por ocasião do início da fase de perfilhamento e perdurou por 15 dias consecutivos. Antes da diferenciação das lâminas de irrigação, todas as plantas foram mantidas nas mesmas condições hídricas com umidade de solo próximo a capacidade de campo.

As irrigações foram realizadas de forma manual, sempre ao final da tarde. A quantidade de água aplicada nas plantas foi estimada por meio do balanço hídrico, tomando por base os termos da equação: $CH = Va - Vd$, em que: CH é o consumo hídrico (mL), Va - volume de água aplicado nos eventos de irrigação anteriores e Vd - volume de água drenado. A lâmina de água aplicada foi estimada a cada 5 dias. Durante o período correspondente a restrição hídrica, as plantas receberam 30% da água referente ao aplicado no tratamento controle.

As adubações foram realizadas conforme a recomendação de Souza et al. (2016), cujas quantidades foram calculadas de acordo com material seco acumulado esperado em cada vaso (equivalente a 1,0 kg de massa de material seco por vaso).

Aos 38 DAR, foram avaliados os parâmetros fisiológicos: condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), concentração interna de CO₂ (*C_i*) e taxa de assimilação de CO₂ (*A*) determinados no período da manhã, tomando-se como base o terço médio da folha +1 do perfilho principal, utilizando um aparelho portátil de trocas gasosas (Infra Red Gas Analyser- IRGA, marca ADC BioScientific Ltd, modelo LC-Pro), conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de CO₂ e usando uma fonte artificial de radiação de 2000 μmol m⁻² s⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Em seguida foi aplicado o teste de médias Tukey ($p \leq 0,05$) para os tratamentos, com auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 1), a condutância estomática (g_s), transpiração (E), concentração interna de CO_2 (C_i) e a taxa de assimilação de CO_2 (A) foram influenciadas pela interação genótipos \times condição hídrica ($G \times \text{CH}$), aos 38 dias após a rebrota (DAR).

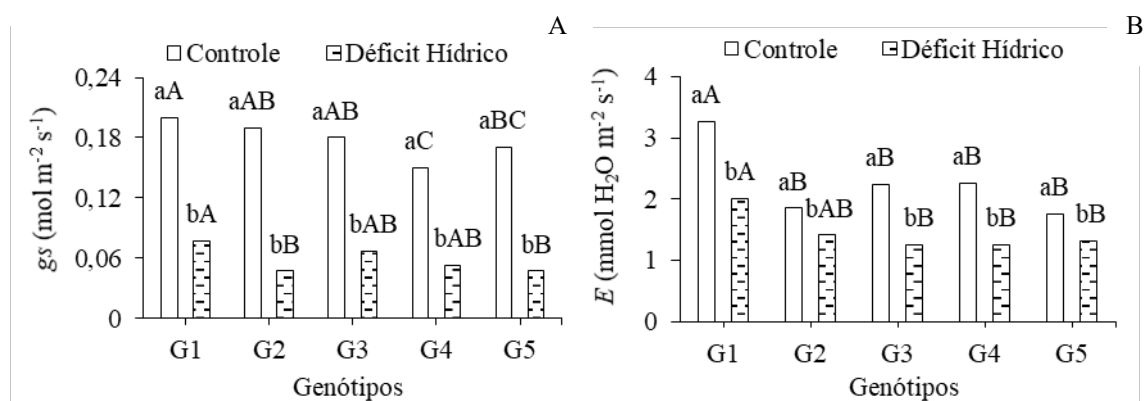
Tabela 1. Médias dos tratamentos para condutância estomática (g_s), transpiração (E), concentração interna de CO_2 (C_i) e taxa de assimilação de CO_2 (A) de genótipos de cana-de-açúcar submetidos a diferentes condições de manejo da irrigação, 38 dias após a rebrota.

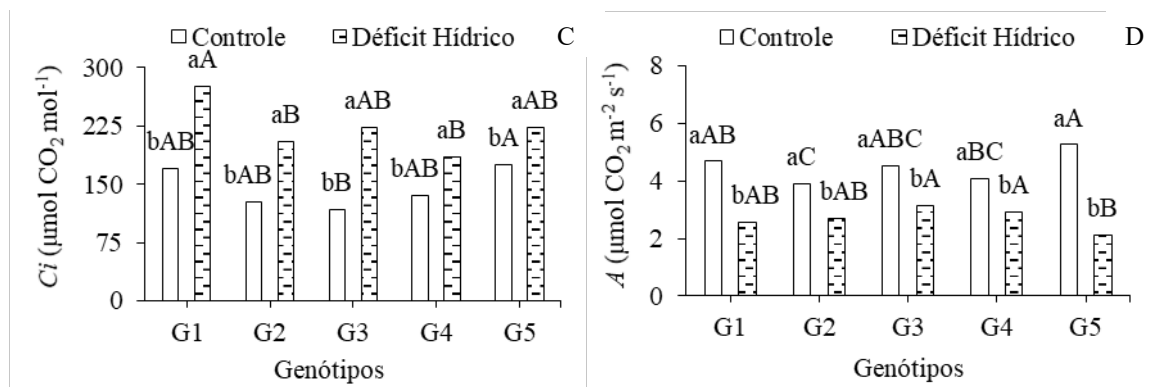
Fonte de Variação	GL	QM			
		g_s	E	C_i	A^I
Bloco	2	0,0001 ^{ns}	0,035 ^{ns}	1687,23 ^{ns}	0,033 ^{ns}
Genótipos (G)	4	0,0014 ^{**}	1,168 ^{**}	4256,83 ^{**}	0,252 [*]
Condição hídrica (CH)	1	0,1080 ^{**}	5,125 ^{**}	45240,83 ^{**}	24,609 ^{**}
Interação $G \times \text{CH}$	4	0,0005 [*]	0,208 [*]	1205,08 [*]	1,067 ^{**}
Erro	18	0,0001	0,061	505,23	0,089
CV	-	9,14	13,27	12,33	8,34

CV- coeficiente de variação; GL- graus de liberdade; QM- quadrados médios; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) e ns não significativo pelo teste F. ^IDados transformado em \sqrt{x} .

Todos os genótipos de cana-de-açúcar reduziram mais de 60% a condutância estomática quando submetidos a déficit hídrico, com maior ênfase sobre os genótipos RB92579 (75,2%) e RB041443 (72,3%) (Figura 1A). O fechamento estomático advindo do déficit hídrico, influenciou a taxa de transpiração das plantas com reduções na ordem de 38,8; 23,7; 43,9; 44,6 e 25,5%, respectivamente para RB863129, RB92579, RB962962, RB021754 e RB041443 (Figura 1B). Salienta-se que tais reduções na g_s e consequentemente na E , ocorrem a custo de energia, como consequências há limitação no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Figura 1. (A) condutância estomática (g_s), (B) transpiração (E), (C) concentração interna de CO_2 (C_i) e (D) taxa de assimilação de CO_2 (A) de genótipos de cana-de-açúcar submetidos a diferentes condições de manejo da irrigação, 38 dias após a rebrota.





Letras maiúsculas iguais entre genótipos e minúsculas iguais entre condição hídrica são indicativos que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em D, os dados para taxa de assimilação de CO₂ foram transformado em \sqrt{x} . (G1 - RB863129; G2 - RB92579; G3 - RB962962; G4 - RB021754; G5 - RB041443).

Apesar das plantas de cana-de-açúcar terem reduzido a abertura estomática com a imposição do déficit hídrico, no entanto, observou-se aumento na concentração interna de CO₂ (Figura 1C). Tal aumento na *C_i*, pode ser oriundo do represamento de carbono na célula que não estava sendo metabolizado, refletindo na redução da eficiência de carboxilação e consequentemente em menor taxa de assimilação de CO₂, como observados na Figura 1D, havendo reduções na ordem de 45,5; 31,1; 30,9; 28,2 e 59,8% respectivamente sobre os genótipos RB863129 (G1), RB92579 (G2), RB962962 (G3), RB021754 (G4) e RB041443 (G5).

Segundo Laxa et al. (2019), o fechamento estomático ocorre no intuito de restringir a perda de água por transpiração, sendo considerado uma estratégia adaptativa das plantas. Estômatos abertos possibilitam a absorção e saída de gás carbônico e ao fecharem, economizam água e restringem o risco de desidratação. O decréscimo da fotossíntese sob déficit hídrico, decorreu da redução na *g_s* e na *E* evidenciando que fatores de ordem estomática atuam sobre as atividades de trocas gasosas das plantas de algodão, quando submetidas ao estresse hídrico. Isso ocorre em virtude de que os parâmetros fisiológicos são dependentes da abertura estomática, consequentemente, necessitando da disponibilidade de água no solo (Yi et al., 2016).

CONCLUSÃO

Os genótipos de cana-de açúcar RB863129, RB92579, RB962962, RB021754 e RB041443, reduzem as trocas gasosas quando submetidos a 15 dias de déficit hídrico no início da fase de perfilhamento.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Dlamini, P. J. Drought stress tolerance mechanisms and breeding effort in sugarcane: a review of progress and constraints in South Africa. *Plant Stress*, v.2, p.1-18, 2021.
- Doorenbos, J.; Kassam, A. H. Yield response to water. *Irrigation and drainage paper*, v.33, p.257, 1979.
- Ferreira, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: *Sisvar*. *Brazilian Journal of Biometrics*, v.37, n.4, p.529-535, 2019.
- Larcher, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos, SP: Rima Artes e Textos, 2004. 531p
- Laxa, M.; Liebthal, M.; Telman, W.; Chibani, K.; Dietz, K. J. The role of the plant antioxidant system in drought tolerance. *Antioxidants*, v.8, n.4, p.94, 2019.
- Sage, R. F.; Peixoto, M. M.; Sage, T. L. *Photosynthesis in sugarcane*. Moore, P. H.; Botha, F. C. (Eds.). *Sugarcane: physiology, biochemistry, and functional biology*. Iowa: Wiley-Blackwell. 2013. p.121-149.

- Souza, C. A.; Vitti, A. C.; Sanquetta, C. R.; Gaitarossa, E. C. Produção de biomassa da cana-de-açúcar por meio do uso de organominerais em cana planta e cana soca. *BIOFIX Scientific Journal*, v.1, n.1, p.38-43, 2016.
- Yi, X. P.; Zhang, Y. L.; Yao, H. S.; Luo, H. H.; Gou, L.; Chow, W. S.; Zhang, W. F. Rapid recovery of photosynthetic rate following soil water deficit and re-watering in cotton plants (*Gossypium herbaceum* L.) is related to the stability of the photosystems. *Journal of Plant Physiology*, v.194, p.23-34, 2016.