

CRESCIMENTO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB ESTRESSE HÍDRICO E CONCENTRAÇÕES DE VINHAÇA

LEONARDO S. PENATTI¹, IEDO PEROBA DE OLIVEIRA TEODORO², JOÃO LUCAS DE ABREU MARTINS³, LUIZ FERNANDO DA SILVA NASCIMENTO³, MATHEUS VIEIRA ULIANA³, FERNANDO C. MENDONÇA⁴

¹Graduando em Engenharia Agrônômica, Depto. de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP, leonardopena@usp.br

²Eng. Agrônomo, Mestrando em engenharia de sistemas agrícolas, Depto. de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP.

³Graduando em Agronomia na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Piracicaba/SP.

⁴Eng. Agrônomo, Prof. Assist. Doutor, Depto. de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP.

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: A vinhaça garante um retorno sustentável de nutrientes para as plantas, sendo fundamental identificar doses associadas ao manejo hídrico. Realizou-se um estudo em casa de vegetação na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) para avaliar o impacto do estresse hídrico e concentrações de vinhaça no crescimento inicial de Mudanças Pré-Brotadas (MPB). O experimento ocorreu em dois ciclos, o primeiro de 04/01/2023 a 12/04/2023, com a variedade CTC9001-BT, e o segundo de 28/09/2023 a 14/12/2023, com a variedade CTC9002. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x6) com três repetições. Os tratamentos foram dois manejos hídricos (50 e 70% de depleção da água) e seis doses de vinhaça (0, 30, 60, 90, 120 e 150 m³ ha⁻¹ no primeiro ciclo; 0, 20, 40, 60, 80 e 100 m³ ha⁻¹ no segundo). As análises incluíram teste F, Tukey (5% de significância) e regressão polinomial. A depleção de 50% com 30 m³ ha⁻¹ de vinhaça resultou em maior crescimento inicial da biomassa da parte aérea, enquanto em maior déficit hídrico, doses de vinhaça acima de 60 m³ ha⁻¹ tiveram efeito negativo. O crescimento inicial das MPBs não foi diretamente afetado pela concentração de vinhaça aplicada.

PALAVRAS-CHAVE: fertirrigação, manejo hídrico, *Saccharum officinarum*

GROWTH OF PRE-SPROUTED SUGARCANE SEEDLINGS UNDER WATER STRESS AND VINASSE CONCENTRATIONS

ABSTRACT: Vinasse guarantees a sustainable return of nutrients to the plants, and it is essential to identify doses associated with water management. A study was carried out in a greenhouse at the Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) to evaluate the impact of water stress and vinasse concentrations on the initial growth of Pre-Sprouted Seedlings (PSS). The experiment took place in two cycles, the first from 01/04/2023 to 04/12/2023, with the CTC9001-BT variety, and the second from 09/28/2023 to 12/14/2023, with the CTC9002 variety. A completely randomized design in a factorial scheme (2x6) with three replications was used. The treatments were two water management (50 and 70% water depletion) and six doses of vinasse (0, 30, 60, 90, 120 and 150 m³ ha⁻¹ in the first cycle; 0, 20, 40, 60, 80 and 100 m³ ha⁻¹ in the second). Analyzes included F test, Tukey test (5%

significance) and polynomial regression. Depletion of 50% with 30 m³ ha⁻¹ of vinasse resulted in greater initial growth of shoot biomass, while in greater water deficit, doses of vinasse above 60 m³ ha⁻¹ had a negative effect. The initial growth of PSS was not directly affected by the concentration of vinasse applied.

KEYWORDS: fertigation, water management, *Saccharum officinarum*

INTRODUÇÃO: O Brasil lidera a produção global de cana-de-açúcar, com técnicas cada vez mais sustentáveis e produtivas. A safra 2022/2023 abrangeu uma colheita de 572,9 milhões de toneladas em 8.127,7 mil hectares, com destaque para a região Sudeste como a principal. A produção canavieira é vital para a economia, sendo a base para produção de álcool, aguardente e açúcar. Os resíduos da produção, como a vinhaça, são utilizados na fertirrigação, contribuindo para a sustentabilidade e a nutrição dos canaviais (ALMEIDA, 2014). O desenvolvimento de variedades adaptadas impulsiona a produtividade, aliados a adoção das Mudanças Pré-Brotadas (MPB) (MORAIS et al., 2015). De forma complementar, a utilização da vinhaça como fertilizante tem se expandido, impulsionada devido a proibição de seu descarte em corpos hídricos (SOUZA et al., 2015). Na fertirrigação com déficit hídrico, busca-se maximizar a produção e otimizar a economia da irrigação. Embora possa diminuir a produtividade, essa prática reduz percolação e lixiviação de nutrientes, além de cortar custos operacionais. Na região sudeste, onde há períodos de déficit hídrico na colheita de cana-de-açúcar, a fertirrigação com vinhaça pode suprir parte desse déficit. Se a vinhaça for utilizada na cana-planta, pode reduzir a necessidade de adubação e minimizar o impacto ambiental. A aplicação de vinhaça associada à Mudanças Pré-Brotadas na cultura da cana requer estudos adicionais para otimizar seu uso (SANTI et al., 2016). Desse modo, o trabalho teve por objetivo avaliar a relação entre a depleção de água no solo e a concentração de vinhaça no crescimento inicial de duas variedades de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS: O projeto foi realizado em dois ciclos, o primeiro com início em 04/01/2023 a 12/04/2023, com a variedade CTC9001-BT, e o segundo com início em 28/09/2023 a 14/12/2023, com a variedade CTC9002. Foi conduzido em casa de vegetação, localizada na área experimental do Departamento de Engenharia de Biosistemas, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), município de Piracicaba, SP, nas coordenadas geográficas 22°42’42,56” S; 47°37’45,9” W. Os experimentos foram conduzidos sob delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 x 6) com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Os fatores são compostos por dois manejos hídricos: 50% e 30% da capacidade de campo (CC), ou seja, respectivamente com o controle dos níveis de depleção de água no solo (diminuição do conteúdo hídrico do solo, em relação a CC) em p=50% e p=70%, e seis concentrações de vinhaça: no primeiro ciclo, 0; 30; 60; 90; 120 e 150 m³ ha⁻¹; e no segundo ciclo, 0; 20; 40; 60; 80 e 100 m³ ha⁻¹. Houve a necessidade de reajuste das doses do primeiro ciclo para o segundo, visto que as doses mais elevadas no primeiro ciclo causaram a morte da maioria das unidades amostrais do experimento. Foram avaliadas as variáveis área foliar (AF), altura total da planta (AP), diâmetro do colmo (DC), biomassa seca da parte aérea (BSPA). A análise estatística foi realizada no software *R Studio*, com a biblioteca *ExpDes.pt*, realizando-se a análise de variância (teste F) e, posteriormente, o teste de Tukey para os fatores qualitativos, e a regressão polinomial de primeiro e segundo graus para os fatores quantitativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: No primeiro ciclo, após o início dos tratamentos, o volume total de irrigação foi de 1.502 mL e 901 mL para os tratamentos de 50% e 70% de depleção, respectivamente, com duração de duas semanas (Figura 1 A). Já no segundo ciclo, o volume irrigado para os tratamentos com 50 e 70% de depleção foram de 3.620 mL e 2.172 mL, respectivamente, com duração de três semanas (Figura 1 B).

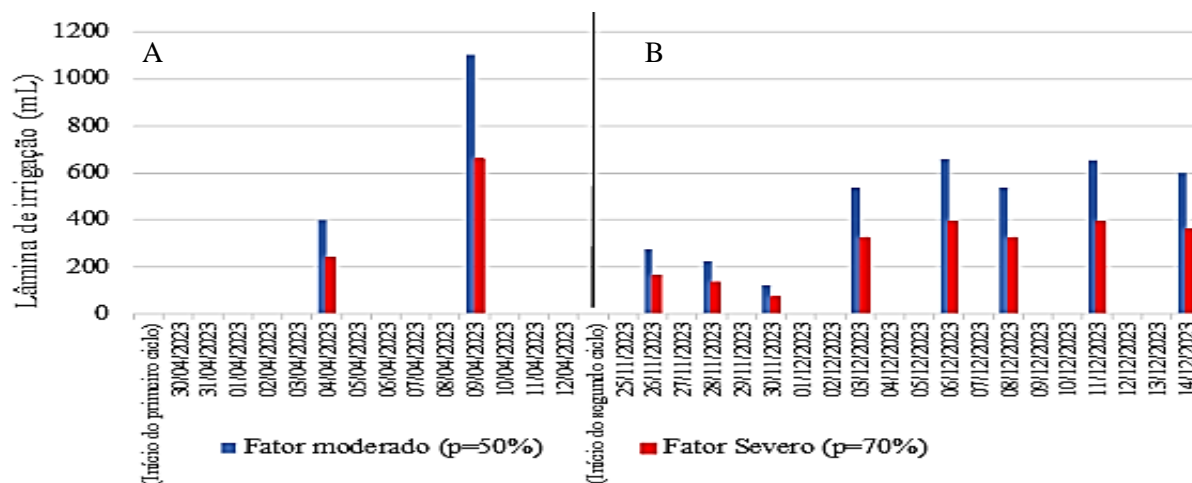


FIGURA 1. Lâminas de irrigação em função dos níveis de depleção durante os dois ciclos da cana-de-açúcar. (A) para a variedade CTC9001-BT e (B) para variedade CTC9002.

Durante o primeiro ciclo houve menor adição de água em virtude de os valores dos vasos pesados estarem acima dos limites de depleção, implicando em menores lâminas de irrigação, diferente do segundo ciclo, em que foi possível observar mudanças mais abruptas nos pesos, resultando em maior volume de água adicionado. No primeiro ciclo as variáveis biométricas, AF, AP e BSPA apresentaram diferença estatística para o fator depleção ao nível de 0,01% pelo teste F, enquanto a variável DC apresentou diferenças significativas de 1%. Para o fator Dose de vinhaça, houve diferenças significativas na BSPA ($p = 0,001$). A interação entre os fatores foi significativa apenas para a variável AF ($p = 0,001$). No segundo ciclo, a AP apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F para o fator Depleção, as demais variáveis foram significativas a 0,1%. As concentrações de vinhaça não apresentaram diferença significativa para variável AP. A interação entre os fatores foi significativa para as variáveis AF e FMSPA a 0,1 e 5%, respectivamente.

TABELA 1. Resumo da análise de variância das variáveis de crescimento (área foliar-AF, altura total da planta -AP, diâmetro do colmo-DC, biomassa seca da parte aérea-BSPA) para dois ciclos de crescimento inicial da cana de açúcar em ambiente protegido.

FV	G.L.	Quadrado médio			
		1º ciclo			
		AF	AP	DC	BSPA
Depleção	5	10.256.155,6***	677,2***	11,584**	109316***
Dose	1	608.866.908***	5751***	315,55***	963,8**
Dose*Depleção	5	1.541.104,4***	244,2 ^{ns}	3,248 ^{ns}	479,6 ^{ns}
Erro	24	78.354,29	234,46	1,579166667	551,25
Total	35	3.478.106,03	1935,542857	12,21742857	3707,514286

CV (%)		7,34	12,06	16,4	17,51
2° ciclo					
Depleção	5	289.923.62,2***	738,8*	1,56***	1375,56***
Dose	1	65.203.832***	6629 ^{ns}	15,9901***	16247,2***
Dose*Depleção	5	75.645.8***	75,4 ^{ns}	0,12098 ^{ns}	194,46*
Erro	24	107.673,58	934,0416667	0,24535	52,29166667
Total	35	618.663.1,4	946,2285714	0,8656	724,3514286
CV (%)		7,61	18,35	6,66	6,82

FV- Fonte de variação; CV- coeficiente de variação; ***, **, *, ns, representam a significância ao Teste F, sendo a 0,1%; 1%; 5%; e não significativo.

No primeiro ciclo, a maior AF (7.130,70 cm²) ocorreu na combinação de p = 50% e dose de vinhaça de 30 m³ ha⁻¹, com diferença de 447,2% para a menor área foliar (1.303,13 cm² – p = 70% e dose de 150 m³ ha⁻¹). No segundo ciclo, a maior AF (9.201cm²) foi observada na combinação de p = 50% e dose de vinhaça de 20 m³ ha⁻¹, com diferença de 1.348,74% para a menor área foliar (p = 70% e dose de vinhaça de 100 m³ ha⁻¹).

CONCLUSÃO: O crescimento inicial das Mudanças Pré-Brotadas de cana-de-açúcar no período experimental em função das doses de vinhaça é explicado pela regressão polinomial do segundo grau. Doses acima de 40 m³ ha⁻¹ de vinhaça reduziram a altura da planta, o diâmetro médio de colmos, a área foliar total, a biomassa seca da parte aérea. Em condições de maior déficit hídrico, observou-se um aumento do efeito negativo das doses de vinhaça acima de 60 m³ ha⁻¹. Ressalta-se a necessidade de novos estudos considerando um nível-controle de depleção de água nos vasos (p = 0%), para compreender a dinâmica de resposta da vinhaça no solo.

REFERÊNCIAS:

- ALMEIDA, V. P. D. (2014). Mercado de Combustíveis: A Cana-de-Açúcar como Bioenergia Renovável (Análise Comparativa). Três Rios, Rio de Janeiro. Bacharel INSTITUTO TRÊS RIOS (ITR) – Departamento de Ciências Econômicas e Exatas, 2014. Disponível em: <https://itr.ufrj.br/portal/wp-content/uploads/2017/10/t122.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2024.
- SOUZA, J. K. C.; MESQUITA, F. O.; DANTAS NETO, J.; SOUZA, M. M. A.; FARIAS, C. H. A.; MENDES, H. C.; NUNES, R. M. A. Fertilização com vinhaça na produção de cana-de-açúcar. *Agropecuária Científica no Semiárido*, V. 11, n. 2, p. 7-12, 2015.
- MORAES, L. K. de C.; SANTOS, J. M. dos.; SAMPAIO, M.; CAMARA, T. M. M.; SILVA, P. de A.; BARBOSA, G. V.; HOFFMANN, H. P.; CHAPOLA, R. G.; FERNANDES JUNIOR, A. R.; GAZAFFI, R. Melhoramento genético da cana-de-açúcar. 1.ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015: EMBRAPA, 2015. 40 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1042764>. Acesso em: 4 mar. 2024.
- SANTI, P. H. P.; SCAVAZZA, A. L.; BELLONI, A. L.; SOARES, M. R.; CASAGRANDE, J. C.; SARTORIO, S. D.; ROCHA, K. S. S.; LAVORENTI, A. L.; SANTANA, C. A.; FERREIRA, J. A.; ZINA, A. C. S. Desenvolvimento de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar em diferentes substratos. In: X WORKSHOP AGROENERGIA MATÉRIAS-PRIMAS, 10., 2016, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: IAC, 2016. 7p.