

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS INICIAIS DE *MENTHA PIPERITA* A SOLUÇÕES NUTRITIVAS COM PREVALÊNCIA DE Na^+ SOB DIFERENTES INCLINAÇÕES DE CALHAS NO CULTIVO HIDROPÔNICO

Kézia Ferreira Nogueira¹, José Kauã Silva de Assis², Arik Mendes Estima³, Edimir Xavier Leal Ferraz⁴, José Edson Florentino de Morais⁵, Ênio Farias de França e Silva⁶

RESUMO: A hidroponia tem se consolidado como alternativa viável para o uso de águas salobras na agricultura, permitindo o cultivo de hortaliças em regiões com restrição hídrica. Além da qualidade da água, fatores do projeto do sistema, como a inclinação das calhas, podem influenciar o funcionamento do cultivo e adaptação das plantas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da salinidade da solução nutritiva e da inclinação das calhas hidropônicas nos primeiros 10 dias após o transplântio na temperatura foliar e na condutância estomática da hortelã pimenta (*Mentha piperita*). O experimento foi realizado em ambiente protegido no DEAGRI/UFRPE, em delineamento de blocos casualizados, com parcelas subdivididas em esquema fatorial 4×4 , com quatro níveis de salinidade da água de preparação da solução nutritiva (0,2; 1,5; 3,0 e 4,5 $dS\ m^{-1}$), obtidos por adição de cloreto de sódio, e quatro inclinações das calhas do sistema hidropônico NFT (2; 4; 6 e 8%). O transplântio foi realizado aos 30 dias após a semeadura. Avaliaram-se a temperatura foliar e a condutância estomática. Os dados passaram por teste de normalidade e foram submetidos à análise de variância (teste F, 5%); quando significativo, aplicou-se análise de regressão. A salinidade promoveu incremento linear da temperatura foliar de 0,14 °C por unidade de CEa, e redução linear da condutância estomática em 56,85 $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$ por unidade de CEa, evidenciando os impactos do estresse salino no desempenho fisiológico inicial da cultura. A inclinação das calhas não apresentou efeito significativo nas variáveis analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Mentha piperita*, estresse salino, hidroponia.

¹ Mestra em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

² Graduando em Agronomia, Depto. de Agronomia, UFRPE, Recife, PE, kua.assis@ufrpe.br

³ Graduando em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia agrícola, UFRPE, Recife, PE

⁴ Mestre em Engenharia agrícola, Depto. de Engenharia agrícola, UFRPE, Recife, PE

⁵ Doutor e Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia agrícola, UFRPE, Recife, PE

⁶ Prof. Doutor em Irrigação e Drenagem, Depto. de Engenharia agrícola, UFRPE, Recife, PE

INITIAL PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF *MENTHA PIPERITA* TO NUTRIENT SOLUTIONS WITH Na^+ PREVALENCE UNDER DIFFERENT CHANNEL SLOPES IN HYDROPONIC CULTIVATION

ABSTRACT: Hydroponics has emerged as a viable alternative for the use of saline water in agriculture, enabling the cultivation of vegetables in regions with water scarcity. In addition to water quality, system design factors, such as the slope of the channels, can influence crop performance and plant adaptation. This study aimed to evaluate the effect of nutrient solution salinity and hydroponic channel slope during the first 10 days after transplanting on leaf temperature and stomatal conductance of peppermint (*Mentha piperita*). The experiment was conducted in a protected environment at DEAGRI/UFRPE, using a randomized block design with split plots in a 4×4 factorial scheme, consisting of four salinity levels of the nutrient solution (0.2, 1.5, 3.0, and 4.5 dS m^{-1}), obtained by adding sodium chloride, and four slopes of the NFT hydroponic channels (2, 4, 6, and 8%). Transplanting was performed 26 days after sowing. Leaf temperature and stomatal conductance were evaluated. Data were tested for normality and subjected to analysis of variance (F-test, 5%); when significant, regression analysis was applied. Salinity promoted a linear increase in leaf temperature by 0.14 °C per unit of EC and a linear reduction in stomatal conductance by 56.85 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ per unit of EC, highlighting the impacts of saline stress on the early physiological performance of the crop. Channel slope had no significant effect on the variables analyzed.

KEYWORDS: *Mentha piperita*, saline stress, hydroponics

INTRODUÇÃO

O cultivo hidropônico com uso de soluções preparadas com águas de qualidade inferior, como as salobras, é relatado como amplamente viável, desde que haja manejo adequado e planejamento técnico na sua execução (Navarro et al., 2023). Íons em excesso nas águas destinadas a irrigação, responsáveis pela diminuição da energia da água, podem afetar aspectos fisiológicos das plantas e, entre os mais sensíveis ao estresse salino, destacam-se a condutância estomática (gs) e a temperatura foliar, cuja interação reflete a capacidade da planta em regular suas trocas gasosas e o balanço energético (Xue et al., 2021). A redução da condutância estomática em resposta ao excesso de sais limita a transpiração e o resfriamento foliar, levando ao aumento da temperatura das folhas, o que pode intensificar os efeitos do estresse (Taiz &

Zeiger., 2017). Além da qualidade da água, o manejo do sistema hidropônico, incluindo a inclinação das calhas no cultivo NFT, pode interferir na eficiência do fluxo da solução nutritiva, na oxigenação radicular e, conseqüentemente, na fisiologia da planta (Furlani et al., 1999). A hortelã (*Mentha piperita* L.) é uma espécie de elevado valor econômico, amplamente utilizada nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética, e apresenta potencial para cultivo em hidroponia (Majkowska-Gadomska et al., 2024) e diversos estudos destacam a utilização do sistema NFT (Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes) na produção de hortaliças, flores, e até plantas aromáticas (SANTOS, 2023, DANTAS et al, 2012, LANDGRAF, 2017). Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos iniciais da salinidade da solução nutritiva, com predominância de Na⁺, e da inclinação das calhas hidropônicas sobre a temperatura foliar e a condutância estomática de *Mentha piperita* em sistema NFT.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre abril e junho de 2025, na Estação de Agricultura Irrigada do Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Sede, Recife-PE, em ambiente protegido do tipo casa de vegetação o qual apresenta 7 m de largura, 24 m de comprimento, 3 m de pé direito, com cobertura do tipo arco e filme de polietileno de baixa densidade de 150 µm de espessura, tratado contra a ação dos raios ultravioletas e com difusor de luz. As paredes laterais e frontais estão confeccionadas com telas de nylon, cor preta, com 50% de sombreamento. O sistema hidropônico utilizado foi o NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes). A circulação da solução nutritiva nos perfis hidropônicos foi feita a partir da eletrobomba acoplada ao reservatório principal de 40 litros, esse que é reabastecido conforme necessidade de reposição da lâmina que é perdida para o meio pelo processo de evapotranspiração, aplicada nos perfis seguindo a programação pré-definida em um temporizador elétrico, que fornece o comando de liberar a solução no sistema, entre 06:00 – 18:00 horas, adotando-se intervalos de 15 minutos, de modo que a liberação da solução terá duração de 15 minutos e no horário noturno foi programado para liberar a solução a cada 2 horas durante 15 minutos. Com controle e monitoramento do pH (5,0 e 7,0), CE e temperatura (termohigrômetro), com ajuste manual do pH utilizando solução ácida ou alcalina.

A estrutura experimental foi composta por 64 perfis hidropônicos trapezoidais de 75 mm de base, 3 m de comprimento, espaçamento de 0,50 m entre orifícios (Figura 1A). A cultura

adotada foi a hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.) (Figura 1B), implantada por estaquia, permanecendo em berçário de mudas com solução nutritiva a 50% da concentração de fertilizantes (Furlani et al., 1999) até 7 dias antes do transplântio e 100% até o transplântio, realizado aos 30 dias após a semeadura (DAS).



Figura 1. Sistema hidropônico adotado no projeto (a) e planta de *Mentha piperita* no sistema (B).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4×4 , com quatro níveis de salinidade da solução nutritiva (0,2; 1,5; 3,0 e 4,5 dS m^{-1}), obtidos pela adição de cloreto de sódio, e quatro inclinações das calhas (2; 4; 6 e 8%).

Foram avaliadas a temperatura foliar, por termômetro infravermelho, e a condutância estomática, com porômetro de estado estacionário (LI-1600, LI-COR Inc., EUA), ambas medições realizadas aos 10 DAT. Após verificada a normalidade dos dados, procedeu-se à análise de variância (teste F, 5%) e, quando constatado efeito significativo, à análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas no software SISVAR 5.8 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o observado no resumo da análise de variância (Tabela 1), somente a salinidade da água de forma isolada ($p < 0,05$), influenciou na temperatura foliar e condutância estomática da hortelã pimenta aos 10 dias após o transplântio, respectivamente.

Tabela 1. Resumo de análise de variância para temperatura foliar (TF) e condutância estomática (gs) da menta cultivada em sistema hidropônico em diferentes níveis de declividade e salinidade da água, aos 10 dias após o transplantio.

FV	GL	Quadrado médio	
		TF	Gs
Declividade (D)	3	0,916 ^{ns}	1601185,69 ^{ns}
Bloco	3	11,759 ^{ns}	282653,05 ^{ns}
Erro 1	9	0,314	684313,62
Salinidade da água (CEa)	3	1,589*	216020,41*
D x CEa	9	0,335 ^{ns}	549394 ^{ns}
Erro 2	36	0,442	73681,12
Média	-	29,67	1191,90
CV1	-	1,89	69,4
CV2	-	2,24	22,77

* – Significativo a $p \leq 0,05$ e ns – não significativo, de acordo com o teste F; GL – graus de liberdade; CV – Coeficiente de variação.

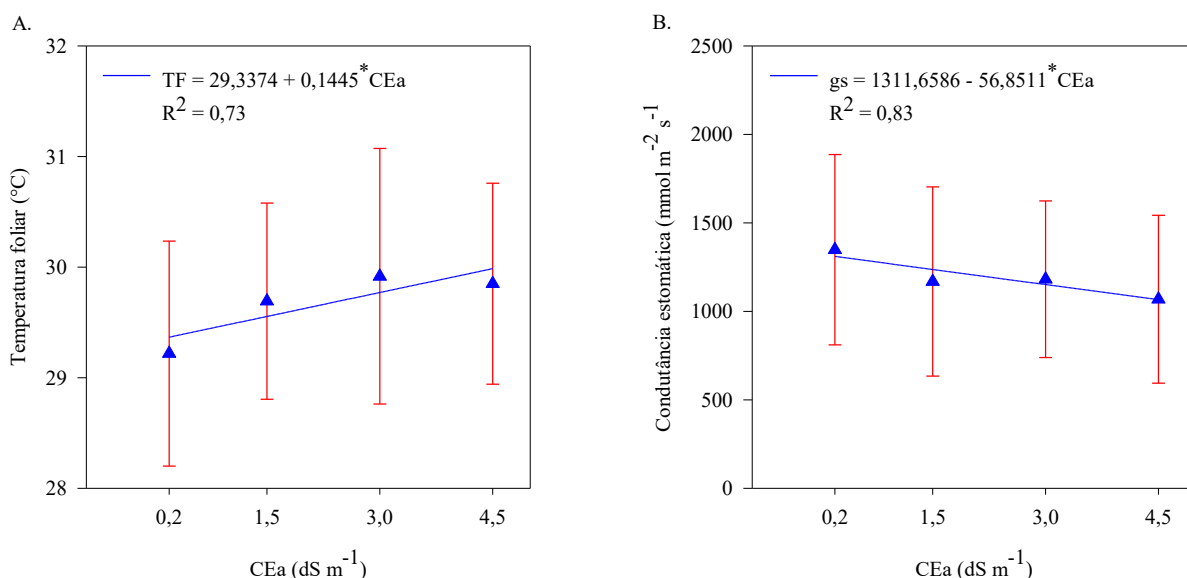


Figura 2. Análise de regressão para a temperatura foliar (A) e condutância estomática (B) da menta cultivada em sistema hidropônico submetida a diferentes níveis de salinidade da água. * – Significativo a $p \leq 0,05$, de acordo com o teste F. Barras de erros representam o desvio padrão da média

Conforme a análise de regressão (Figura 2), o aumento da salinidade da água utilizada na solução nutritiva para hidroponia resultou em um incremento linear da temperatura foliar e em uma redução linear da condutância estomática. O aumento unitário da CEa proporcionou um acréscimo de 0,14 °C na temperatura foliar, enquanto a gs apresentou uma redução linear de 56,85 mmol m⁻² s⁻¹ por unidade de CEa.

Essas duas variáveis estão intimamente relacionadas, uma vez que a condutância estomática (gs) reflete o grau de abertura dos estômatos em resposta a fatores ambientais e está diretamente associada ao funcionamento do sistema de regulação térmica da planta por meio da transpiração. O aumento da temperatura foliar á medida que a condutância reduziu com o aumento da salinidade da água (Debez et al., 2008), estando relacionado a condições de estresse hídrico desencadeado por meio do estresse osmótico, em que algumas plantas tendem a reduzir a abertura estomática para conservar água nos tecidos (Taiz et al., 2017), e como consequência desse fechamento, há uma limitação na perda de calor latente pela transpiração, o que resulta em elevação da temperatura foliar (Oliveira et al., 2022). O que desencadeia um gasto indevido de energia que deveria ser alocada para o crescimento dos ramos e folhas, porém é direcionada para a regulação da temperatura.

Sendo assim, as alterações na composição da solução nutritiva e no manejo do sistema que afetam a absorção de água e a taxa de transpiração, o que por sua vez altera a temperatura das folhas e o grau de abertura estomática, o que também foi evidenciado em estudos de (Yasutake et al., 2009), Salientando a importância de estudar os efeitos iniciais e durante todo o ciclo da cultura a um conjunto de alterações físicas do sistema e químicas da solução nutritiva.

CONCLUSÕES

O aumento da salinidade da água para preparo de soluções hidropônicas com prevalência de Na⁺ elevou a temperatura foliar e reduziu a condutância estomática de *Mentha piperita* já nos primeiros dias de desenvolvimento da cultura. A inclinação das calhas não influenciou significativamente essas variáveis.

AGRADECIMENTOS

ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFRPE, Grupo de Estudos em Agricultura Irrigada (GEAGRI/UFRPE), à CAPES, CNPq e ao INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical-INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DANTAS, Raquela Mendes de Lira et al. **Hidroponia utilizando águas salobras nos cultivos de agrião e couve chinesa**. 2012.
- DEBEZ, A. et al. Relationship between the photosynthetic activity and the performance of *Cakile maritime* after long-term salt treatment. **Physiologia Plantarum**, v.133, n.2, p.373-385, 2008.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um sistema de análise computadorizada para projetos do tipo split plot de efeitos fixos. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC, 1999 52p. (Boletim Técnico, 180).
- LANDGRAF, Paulo Roberto Corrêa et al. Produção de copo-de-leite cultivado em sistema hidropônico-NFT. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n. 4, p. 407-411, 2017
- MAJKOWSKA-GADOMSKA, J.; KALINIEWICZ, Z.; MIKULEWICZ, E.; FRANCKE, A.; JADWISIEŃCZAK, K.; MARKS, M.; CHOSZCZ, D.; KOZŁOWSKI, W. Effect of different sustainable cultivation methods on the biometric parameters and yield of mint. **Sustainability**, v. 16, n. 6, 2024.
- NAVARRO, F. E. C.; SILVA, I. A. C. E.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; OLIVEIRA, T. F. D.; SILVA, G. F.; SILVA, Ê. F. D. F. Hydroponic coriander grown under nutritional solutions prepared with brackish water of different cation prevalence. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, n. 9, p. 736-745, 2023.
- OLIVEIRA, F.; SOUSA, G.; SOUSA, J.; LEITE, K.; GUILHERME, J.; NOGUEIRA, R. Physiological responses of the beet crop under agricultural environment and saline stress. **Ambiente e Agua: An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 17, n. 4, p. 653-666, 2022.
- SANTOS, Arly Alef Araujo. **Crescimento, produção e qualidade da couve-flor e hidroponia com uso de águas salobras**. 2023.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 6. ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2017, 888 p.
- XUE, F.; LIU, W.; CAO, H.; SONG, L.; JI, S.; TONG, L.; DING, R. Stomatal conductance of tomato leaves is regulated by both ABA and leaf water potential under combined water and salt stress. **Physiologia Plantarum**, v. 172, n. 4, p. 2070-2078, 2021.

YASUTAKE, D., ISHIKAWA, K., SAGO, Y., ARAKI, T., KITANO, M., KOBAYASHI, T., & HIDAKA, K. (2009). Absorção e Transporte de Água e Íons em Plantas de Milho e Girassol Cultivadas em Condições Salinas. **Journal of Agricultural Meteorology**, 65, 19-26. <https://doi.org/10.2480/AGRMET.65.1.7>.