

PRODUÇÃO DE MATÉRIA FRESCA DO ALMEIRÃO SOB NÍVEIS DE SALINIDADE E TEMPERATURA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

Filippo Giordano Bruno Pimentel de Lima¹; Júlio Ciqueira de Almeida²; Renato Santos Marques¹; Ênio Farias de França e Silva³; Tarcísio Ferreira de Oliveira²; José Amilton Santos Júnior³.

RESUMO: O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de quantificar a produção de massa fresca das partes e do todo de plantas de almeirão, cv. Catalonha, que foram expostas a diferentes níveis de salinidade e temperatura da solução nutritiva. Este trabalho foi desenvolvido nas condições de Recife-PE, Brasil e os tratamentos consistiram no uso de quatro níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) as quais foram aplicadas às calhas em duas condições de temperatura (i) temperatura ambiente e (ii) entre 20 e 25°C. Adotou-se delineamento experimental em blocos casualizados, analisados em esquema fatorial 4 x 2, com quatro blocos, totalizando 32 unidades experimentais. A cultura trabalhada foi o almeirão cv. Catalonha e os parâmetros mensurados foram: massa fresca das folhas, massa fresca do caule, massa fresca da raiz e massa fresca total; esses dados foram submetidos a análise de variância (teste F) em nível de 0,05 de probabilidade. Verificou-se que as perdas de biomassa fresca verificadas nas plantas de almeirão, cv. Catalonha, em decorrência do aumento da salinidade até 6,0 dS m⁻¹, não foram condicionadas pela variação de temperatura.

PALAVRAS-CHAVE: *Cichorium intybus*; estresse salino e térmico; produção de biomassa

FRESH MATTER PRODUCTION OF CHICORY UNDER SALINITY LEVELS AND NUTRIENT SOLUTION TEMPERATURE

ABSTRACT: This work was developed with the objective of quantifying the fresh mass production of parts and whole chicory plants, cv. Catalonha, which were exposed to different levels of salinity and temperature of the nutrient solution. The study was conducted in Recife-PE, Brazil and the treatments consisted of using four levels of electrical conductivity of the

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Depto de Engenharia Agrícola - UFRPE, CEP: Recife, PE. Fone (81) 9 8365-1728. e-mail: filippogiordano2002@gmail.com

² Doutorando em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

³ Professor Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

nutrient solution (1.5; 3.0; 4.5 and 6.0 dS m⁻¹), which were applied to the gutters under two temperature conditions (i) room temperature and (ii) between 20 and 25 °C. A randomized block experimental design was adopted, analyzed in a 4 x 2 factorial scheme, with four blocks, totaling 32 experimental units per experiment. The crop studied was chicory cv. Catalonha, and the parameters measured were: fresh leaf mass, fresh stem mass, fresh root mass and total fresh mass. These data were subjected to analysis of variance (F test) at a 0.05 probability level. It was found that the losses of fresh biomass observed in chicory plants, cv. Catalonha, due to the increase in salinity up to 6.0 dS m⁻¹, were not conditioned by the temperature variation.

KEYWORDS: *Cichorium intybus*; saline and heat stress; biomass production

INTRODUÇÃO

Vários estudos comprovam a viabilidade técnica do uso de águas salobras na preparação de soluções nutritivas, destacando as vantagens de diferentes sistemas hidropônicos para o cultivo de várias hortaliças (SILVA et al., 2018, OLIVEIRA et al., 2023) em condições de salinidade. No entanto, apesar dessa viabilidade comprovada, vários trabalhos tem focado no desenvolvimento de técnicas de manejo para mitigação do estresse salino nesses cultivos (BEZERRA et al., 2022; SANTOS JÚNIOR et al., 2023). Dentre essas estratégias, menciona-se o uso do resfriamento para controle da temperatura da solução nutritiva (OLIVEIRA et al., 2023).

Em teoria o resfriamento da solução nutritiva poderá servir como um agente mitigador dos efeitos deletérios causados pela salinidade em culturas hidropônicas sobretudo em regiões com predominância de altas temperaturas do ar, visto que para o crescimento satisfatório de plantas, tem sido relatado que as temperaturas da solução nutritiva não devem exceder 30 °C (NGUYEN et al., 2020). Desta forma, a manipulação da temperatura da solução nutritiva na zona radicular, possibilita a produção de culturas em locais com condições climáticas adversas (ANTONIACOMI et al., 2023), como é o caso de algumas regiões do nordeste brasileiro.

O almeirão é uma hortaliça folhosa que se encaixa neste contexto; é fonte de diversos nutrientes, sendo suas folhas ricas em fibras, cálcio, potássio, fósforo e ferro, vitaminas A, B1, B2, B5 e C, e aminoácidos (LUENGO et al., 2000). Isso posto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de quantificar a produção de massa fresca das partes e do todo de plantas de almeirão, cv. Catalonha, expostas a diferentes níveis de salinidade e temperatura da solução nutritiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (DEAGRI/UFRPE), em Recife-PE, entre os meses de agosto e dezembro de 2024. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, analisado em esquema fatorial 4 x 2, com quatro blocos/repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi projetada em um sistema calha-reservatório; as calhas foram constituídas de tubos de PVC com 1,40 m de comprimento e 0,1 m de diâmetro.

Os tratamentos consistiram na aplicação de quatro níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsn = 1,5 – controle sem adição de NaCl na solução nutritiva; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) as quais foram aplicadas em duas condições de temperatura (ambiente e com resfriamento da solução entre 20 e 25 °C).

As soluções nutritivas de todos os tratamentos foram preparadas mediante a solubilização do quantitativo de fertilizantes adaptado da metodologia de Furlani (1999) em água de abastecimento (CEa de 0,12 dS m⁻¹), com a obtenção da CEsn inicial de 1,5 dS m⁻¹. Quanto aos demais níveis de CEsn, adicionou-se NaCl na quantidade necessária (Richards, 1954) até atingir as CEsn de 3,0, 4,5 e 6,0 dS m⁻¹.

Em 16 unidades experimentais, ou seja, um para cada nível de CE e suas repetições, o reservatório estoque de solução nutritiva foi colocado dentro de freezer, com temperatura controlada, e ajustado para reduzir a temperatura para a faixa entre 20 e 25 °C.

Quanto ao manejo da solução nutritiva, foi adotada circulação fechada, considerando o sistema calha-reservatório e o contínuo reaproveitamento da solução nutritiva. A recirculação da solução nutritiva foi iniciada pela manhã (08:00 h) e finalizada à tarde (17:00 h), de forma automatizada, com aplicações e períodos de descanso alternados em 15 minutos.

A cultura trabalhada foi o almeirão (*Cichorium intybus*) cv. Catalonha. Em cada tubo, foram mantidas nove mudas, resultando em uma concentração de 2,22 L de solução nutritiva por planta. Os valores de condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido e temperatura da solução nutritiva foram monitorados diariamente. Ao final do experimento (50 DAS) foi realizado a coleta das três plantas centrais das parcelas experimentais. A massa fresca das folhas - MFF, do caule - MFC, da raiz - MFR e total – MFT foi determinada em balança de precisão (0,01g).

Os dados foram submetidos a análise de variância mediante teste F, em nível de 0,05 de probabilidade e as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Software SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se verificou significância ($P > 0,05$) da interação entre os tratamentos em nenhuma variável estudada. De forma isolada, o aumento da CEsn afetou ($P \leq 0,01$) a massa fresca das folhas - MFF, a massa fresca do caule - MFC, a massa fresca da raiz - MFR e a massa fresca total - MFT. A produção de MFF e da MFC foram influenciadas ($P \leq 0,05$) pelas diferenças na temperatura da solução nutritiva (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da ANOVA para massa fresca das folhas - MFF, massa fresca do caule - MFC, massa fresca da raiz - MFR e massa fresca total - MFT de plantas de Almeirão 'Catalonha' sob diferentes níveis de salinidade e temperatura da solução nutritiva.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		MFF	MFC	MFR	MFT
CEsn	3	2926.9729**	3.9241**	184.2881**	4796.8478**
R. Linear	1	7929.8560**	9.1202**	510.9390**	13103.4950**
R. Quad.	1	532.6848 ^{ns}	0.7381 ^{ns}	0.9800 ^{ns}	599.1856 ^{ns}
Temp.	1	8817.9200*	8.2012*	0.1128 ^{ns}	9516.8257*
CEsn X Temp.	3	204.2052 ^{ns}	0.2361 ^{ns}	11.5717 ^{ns}	259.0580 ^{ns}
Bloco	3	52.3810 ^{ns}	0.7758 ^{ns}	20.2222 ^{ns}	97.9524 ^{ns}
Resíduos	21	247.6409	0.4703	30.0906	387.75
CV	(%)	28.63	14.16	22.19	23.27

CEsn – Condutividade elétrica da solução nutritiva; Temp. – temperatura da solução nutritiva; CV – coeficiente de variação; GL – grau de liberdade; ns – não significativo; *, **Significativo a $p \leq 0.05$ e $p \leq 0.01$, respectivamente.

A massa fresca das folhas foi reduzida ($P \leq 0,01$) em 9,38 g por planta por aumento unitário na condutividade elétrica da solução nutritiva – CEsn, resultando em uma perda na produção na MFF de 55,5% dentro do intervalo de CEsn estudado. As plantas sob temperatura ambiente produziram uma MFF 46,4% maior ($P \leq 0,05$) do que as plantas sob solução nutritiva aplicada na faixa entre 25 e 30°C (Figura 1A). A massa fresca do caule - MFC foi reduzida em 0,3183 g por planta, a cada dS m^{-1} incrementado e, deste modo, considerando o intervalo de

CEsn proposto, as perdas chegaram a 25,7%. Assim como verificado para a MFF, o resfriamento da solução nutritiva implicou em uma redução de 23,2% na MFC (Figura 1B).

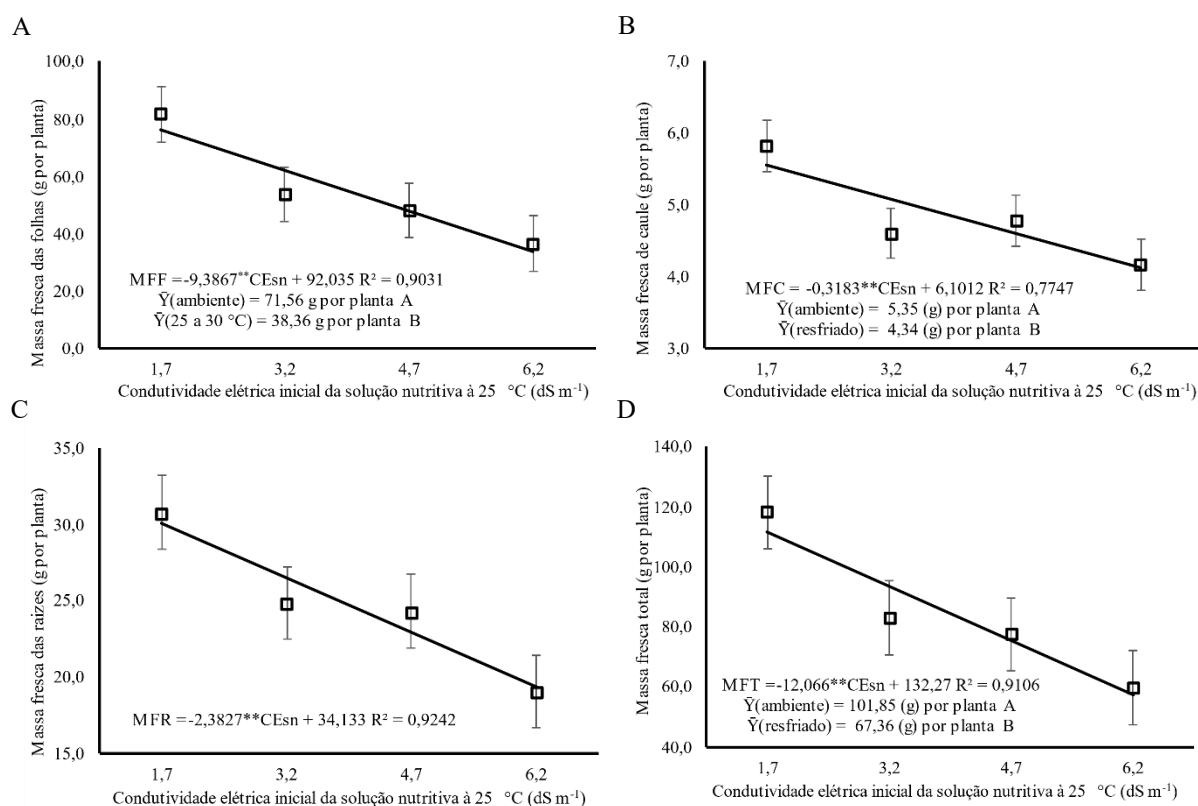


Figura 1. Produção de massa fresca das folhas - MFF, caule - MFC, raiz - MFR e total - MFT de plantas de Almeirão 'Catalonha' sob diferentes níveis de salinidades e temperatura da solução nutritiva.

A massa fresca das raízes - MFR e a massa fresca total – MFT foram reduzidas em 2,3827 e 12,066 g por planta, respectivamente, por incremento unitário da CEsn. Em termos absolutos, as perdas de MFR e MFT foram estimadas em 35,6 e 48,6%, respectivamente, dentro do intervalo de CEsn estudado. Especificamente quanto a MFT, as plantas expostas a soluções nutritivas em temperatura ambiente, verificou-se uma produção de massa fresca 51,1% maior em relação ao verificado em plantas sob soluções nutritivas aplicadas com temperatura entre 20 e 25°C.

Para as plantas, as implicações do uso de águas salobras no preparo da solução nutritiva já é amplamente reportado na literatura (SILVA et al., 2018, OLIVEIRA et al., 2023); inclusive, a perda de massa fresca nas diferentes partes da planta é resultado de uma sucessão de mecanismos bioquímicos e fisiológicos e seus desdobramentos, realizados pela planta no sentido de se adaptar ao estresse (MARTINS et al., 2019; MUCHECUA et al., 2022).

Por outro lado, ao contrário dos benefícios verificados por Hooks et al., 2022; Nguyen et al., 2020; Al-Rawahy et al., 2019, dentre outros, para o cultivo de hortaliças como alface,

coentro, pepino e espinafre sob soluções nutritivas com temperatura menor que a do ambiente, no presente trabalho, curiosamente, foram diferentes. Inclusive, no presente trabalho, a despeito de perdas totais que superam 50% da MFT, as perdas associadas a redução na biomassa das folhas em função do fator temperatura da solução nutritiva, foram muito expressivas, estimadas em 46,4%.

Esses resultados podem ser atribuídos as condições experimentais, ao sistema hidropônico utilizado, as técnicas de manejo da solução nutritiva adotadas, as condições climáticas ocorridas durante o experimento e, até mesmo, a cultivar de almeirão trabalhada. Esse foi o primeiro ensaio de uma série de estudos previamente planejada para avaliar questões fotossintéticas e fisiológicas desta cultivar expostas a soluções nutritivas em temperatura ambiente e controlada (25 a 30°C), portanto, serão desenvolvidos outros trabalhos com essa mesma cultivar em outras épocas do ano.

CONCLUSÕES

As perdas de biomassa fresca verificadas nas plantas de almeirão, cv. Catalonha, em decorrência do aumento da salinidade até 6,0 dS m⁻¹, não foram condicionadas pela variação de temperatura. Nas condições experimentais trabalhadas, o controle da temperatura entre 20 e 25°C não aumentou a produção de biomassa na cultura do almeirão, cv. Catalonha.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFRPE, ao PGEA, ao CNPq, a CAPES e ao InctAgris pelo apoio técnico-científico, infraestrutura, concessão de bolsas de estudo e pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-RAWAHY, M.S.; AL-RAWAHY, S.A.; AL-MULLA, Y.A.; NADAF, S.K. Effect of Cooling Root-Zone Temperature on Growth, Yield and Nutrient Uptake in Cucumber Grown

in Hydroponic System During Summer Season in Cooled Greenhouse. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.1, p.47, 2019. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n1p47>

ANTONIACOMI, L.A.M.; LUZ, P.B. da; VILARINHO, M. K. C. Hydroponic production of ornamental sunflower with cooling of the nutrient solution and planting density. **Ornamental Horticulture**, v. 29, n. 2, p. 143-149, 2023. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v29i2.2570>

BEZERRA, R.R.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; PESSOA, U.C.; SILVA, Ê.F. de F. e; OLIVEIRA, T.F. de; NOGUEIRA, K.F.; SOUZA, E.R. de. Water Efficiency of Coriander under Flows of Application of Nutritive Solutions Prepared in Brackish Waters. **Water**, v.14, n.24, p.4005, 2022. <https://doi.org/10.3390/w14244005>

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.4, p529–535, 2019. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>

HOOKS, T.; SUN, L.; KONG, Y.; MASABNI, J.; NIU, G. Effect of Nutrient Solution Cooling in Summer and Heating in Winter on the Performance of Baby Leafy Vegetables in Deep-Water Hydroponic Systems. **Horticulturae**, v.8, n.8, p.749, 2022. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8080749>

NGUYEN, D.T.P.; LU, N.; KAGAWA, N.; KITAYAMA, M.; TAKAGAKI, M. Short-term root-zone temperature treatment enhanced the accumulation of secondary metabolites of hydroponic coriander (*Coriandrum sativum* L.) grown in a plant factory. **Agronomy**, v. 10, n. 3, p. 413, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030413>

MARTINS, J.B.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; SILVA JÚNIOR, F.J.; SILVA, G.F.; MEDEIROS, S.S. Production of parsley in hydroponic conditions under isosmotic brackish nutrient solutions. **Ciênc. Agrotec.**, 2019, 43, 1–10. <https://doi.org/10.1590/1413-7054201943023418>

MUCHECUA, S.M.H.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; MENEZES, S.M.; SILVA, G.F.; CHAVES, L.H.G.; CRUZ, R.I.F. **Ionic relationships between macronutrients and sodium in parsley under nutrient solutions prepared with brackish water**. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambient.*, 2022, 26, 11–20. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n1p11-20>

NGUYEN, D.T.P.; LU, N.; KAGAWA, N.; KITAYAMA, M.; TAKAGAKI, M. Short-term root-zone temperature treatment enhanced the accumulation of secondary metabolites of hydroponic coriander (*Coriandrum sativum* L.) grown in a plant factory. **Agronomy**, v.10, p.1–15, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030413>

OLIVEIRA, T.F.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; SILVA, M.G.; GHEYI, H.R.; ALMEIDA, J.C.; GUISELINI, C. Cultivo do almeirão sob soluções nutritivas preparadas em águas salobras e aplicadas em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 719-728, 2023. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v27n9p719-728>

RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Government Printing Office, 1954. 160 p. **Agriculture Handbook**, 60.

SANTOS JÚNIOR, J.A.; GHEYI, H.R.; FREIRE, M.M.; BARBOZA, M. de L.; LIMA, L. da R.F.; CAVALCANTE, A.R. Coriander production under nutrient solution prepared with brackish waters and seeding densities. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.27, n.9, p.645–652, 2023. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v27n9p645-652>

SILVA, M.G.; OLIVEIRA, I.S.; SOARES, T.M.; GHEYI, H.R.; SANTANA, G.O.; PINHO, J.S. Growth, production and water consumption of coriander in hydroponic system using brackish waters. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambient.**, 2018, 22, 547–552. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n8p547-552>