



Fitomassa e crescimento de manjeriço roxo irrigado com água salina sob adubação foliar nitrogenada

Jackson Silva NÓBREGA^{1*}, Toshik Iarley da SILVA², Ana Carolina BEZERRA¹,
João Everthon da Silva RIBEIRO³, Antônio Veimar da SILVA¹, Edcarlos Camilo da SILVA¹,
Raimundo Nonato Moraes COSTA¹, Adriano Salviano LOPES¹, Thiago Jardelino DIAS¹

¹Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil.

²Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

³Instituto Nacional do Semi-Árido, Campina Grande, PB, Brasil.

*E-mail: jacksonnobrega@hotmail.com

(ORCID: 0000-0002-9538-163X; 0000-0003-0704-2046; 0000-0001-5071-7809; 0000-0002-1937-0066; 0000-0003-2080-0307; 0000-0001-9990-8630; 0000-0001-6061-159X; 0000-0002-3182-3478; 0000-0002-7834-6184)

Recebido em 08/01/2022; Aceito em 19/04/2022; Publicado em 03/06/2022.

RESUMO: O manjeriço é uma espécie de elevado potencial de exploração. No entanto, sua produção em regiões semiáridas é comprometida decorrentes dos sais contidos no solo e na água utilizada na irrigação, sendo necessário a adoção de técnicas que aumente a tolerância das plantas a salinidade, como a fertilização com nitrogênio. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada foliar no crescimento e na alocação de fitomassa em plantas de manjeriço roxo sob irrigação com águas salinas. O experimento foi realizado em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial incompleto, constando com cinco níveis de salinidade (0,0; 0,81; 2,75; 4,69 e 5,50 dS m⁻¹) e cinco doses de nitrogênio (0,00; 58,58; 200,00; 341,42 e 400,00 mg L⁻¹). Avaliou-se a suculência foliar, os índices de esclerofilia e de produção de fitomassa seca da parte aérea, alocação de fitomassa seca do caule, das folhas e da raiz, área foliar específica e razão de área foliar. A aplicação foliar de N atenuou os efeitos do estresse salino sobre a alocação de fitomassa, suculência foliar e no índice de produção de fitomassa da parte aérea. O N e a salinidade aumentou a área foliar específica e a razão de área foliar nas plantas de manjeriço.

Palavras-chave: estresse salino; *Ocimum basilicum* L.; nitrogênio.

Phytomass and growth of purple basil irrigated with saline water under nitrogen foliar fertilization

ABSTRACT: Basil is a species with high exploitation potential. However, its production in semiarid regions is compromised due to the salts contained in the soil and in the water used in irrigation, requiring the adoption of techniques that increase the tolerance of plants to salinity, such as nitrogen fertilization. Thus, this study aimed to evaluate the effect of leaf nitrogen fertilization on growth and phytomass allocation in purple basil plants under irrigation with saline water. The experiment was carried out in a randomized block design in an incomplete factorial scheme, with five levels of salinity (0.0; 0.81; 2.75; 4.69 and 5.50 dS m⁻¹) and five levels of nitrogen (0.00; 58.58; 200.00; 341.42 and 400.00 mg L⁻¹). Leaf succulence, sclerophilia index and shoot dry mass production, stem, leaf and root dry mass allocation, specific leaf area and leaf area ratio were evaluated. Foliar application of N attenuated the effects of salt stress on phytomass allocation, leaf succulence and shoot phytomass production index. N and salinity increased the specific leaf area and leaf area ratio in basil plants.

Keywords: salt stress, *Ocimum basilicum* L.; nitrogen.

1. INTRODUÇÃO

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), é uma espécie economicamente importante pertencente à família Lamiaceae com elevado potencial aromático e medicinal, sendo muito utilizada como condimento na culinária, na extração de óleo essencial e nas indústrias de cosméticos e fármacos (SILVA et al., 2019).

Apesar de seu elevado potencial, sua exploração em regiões semiáridas como o Nordeste brasileiro pode ser limitado pela elevada salinidade contida na água de irrigação, típico de águas subterrâneas encontradas na região (SOUZA et al., 2016), o que contribui para os processos de salinização do solo. A salinidade promove uma série de alterações nos

processos bioquímicos, morfofisiológicos e moleculares (LI et al., 2019). O que comprometendo e desafia a produção agrícola irrigada.

O estresse salino causado pelo acúmulo de sais promove efeitos negativos diretos ao crescimento e no desenvolvimento vegetal, proporcionando redução da capacidade de absorção de água pelas plantas em função da elevação do potencial osmótico do solo, desbalanceamento e desequilíbrio nutricional, estresse oxidativo, toxicidade iônica específica, especialmente o Na⁺ e Cl⁻ (BEZERRA et al., 2018; WANG et al., 2019).

Diante dos danos promovidos pelo estresse salino é necessário a adoção de técnicas que possibilitem minimizar

esses efeitos deletérios, sendo o manejo da adubação nitrogenada um dos mecanismos mais eficientes (LIMA et al., 2014). O nitrogênio (N) é um macronutriente envolvido em diversos processos fisiológicos da planta, desempenhando papel estrutural, sendo constituinte de compostos orgânicos como prolina, aminoácidos, enzimas e coenzimas que auxiliam no ajustamento osmótico das plantas às condições salinas (NASCIMENTO et al., 2017; CERQUEIRA et al., 2019; DIAS et al., 2020). O acúmulo de solutos orgânicos promovido pelo N, elevam a capacidade celular nas plantas em ajustar-se osmoticamente a essas situações de salinidade, promovendo ganho consideráveis na plasticidade de tolerância (AMARAL et al., 2020) em culturas agrícolas.

Diante da falta de informações sobre o uso da adubação foliar com nutrientes essenciais como o N e seu efeito como atenuante dos danos promovidos pelo estresse salino, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação foliar nitrogenada sobre crescimento e alocação de fitomassa em plantas de manjeriço roxo submetidas a diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido em ambiente protegido do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), Campus II, Areia, Paraíba, Brasil. O município situa-se entre as coordenadas geográficas de 6° 57' 42" Sul e 35° 41' 43" Oeste, com altitude de 573 metros acima do nível do mar e clima tipo As' com verão seco e quente e chuvas no inverno (ALVAREZ et al., 2013).

2.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com esquema fatorial incompleto cujos tratamentos constituíram de cinco níveis de condutividades elétricas da água de irrigação (CEa = 0,0; 0,81; 2,75; 4,69 e 5,50 dS m⁻¹) e cinco doses de nitrogênio (0,0; 58,58; 200,00; 341,42 e 400,00 mg L⁻¹), totalizando 9 tratamentos com quatro repetições de quatro plantas, gerados através da matriz experimental Composto Central de Box (MATEUS et al., 2001).

2.3. Condução do experimento

As plantas de manjeriço cultivar Italiano Roxo (*Ocimum basilicum* var. *purpurascens* Benth.) foram cultivadas em sacos de polietileno com capacidade de 1,3 dm³ preenchidos com substrato formulado a partir da mistura de solo do tipo Latossolo (EMBRAPA, 2018), areia lavada e esterco bovino curtido na proporção de 3:1:1, possuindo a seguinte constituição química: pH = 7,8; P = 85,5 mg kg⁻¹; K⁺ = 693,6 mg kg⁻¹; Na⁺ = 0,23 cmol_c dm⁻³; H⁺Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 2,9 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,59 cmol_c dm⁻³; SB = 6,5; CTC = 6,5 g kg⁻¹; M.O = 22,2 g kg⁻¹.

As águas salinas foram preparadas adicionando o cloreto de sódio (NaCl) a água de abastecimento (0,5 dS m⁻¹), até atingirem as condutividades elétricas, com os valores aferidos com o auxílio de um condutivímetro portátil modelo microprocessado Instrutherm® (modelo CD-860). As irrigações com as águas salinas tiveram início 15 dias após a emergência (DAE), sendo realizadas diariamente e com o volume estabelecido pelo método de lisimetria de drenagem (ALVES et al., 2017).

As doses de nitrogênio foram estabelecidas seguindo a necessidade de 300 mg por planta para vaso de 1 dm³

proposta por Novais et al. (1991). Para atender a necessidade de nitrogênio foi utilizado o produto comercial (Nitrotecnia-20, Carbotecnia®), que contém em sua composição 99,0 g L⁻¹ de N, a base de ureia. As pulverizações foliares tiveram início quando aos 15 DAE, sendo realizadas cinco aplicações de N via foliar a cada sete dias, utilizando pulverizador manual, com o volume de calda total de 175 mL por planta, sendo as pulverizações realizadas ao fim da tarde.

2.4. Variáveis analisadas

As análises de crescimento e alocação de fitomassa foram realizadas aos 45 dias após o início da irrigação com as águas salinas (DAS). A suculência foliar foi calculada de acordo com Mantovani (1999): Suculência foliar (g H₂O m⁻²) = (peso fresco total – peso seco) / área foliar. O índice de esclerofilia (IEF) e o índice produção de fitomassa seca da parte aérea (IPFPA) foram determinados conforme metodologia de Mantovani (1999) e Benincasa (2003). O IEF foi calculado através da fórmula: IEF = fitomassa seca da folha/área foliar. O IPFPA foi calculado através da fórmula: IPFPA = fitomassa seca da parte aérea/fitomassa seca total.

As plantas foram separadas em raízes, caule e folhas e acondicionados em sacos de papel Kraft e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingirem o peso constante. A alocação de fitomassa nos diferentes órgãos (folhas, caule e raiz), área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) foram calculadas conforme Benincasa (2003), de acordo com a equação: Alocação de fitomassa do órgão: (fitomassa seca do órgão/fitomassa seca total) x 100. A AFE foi calculada de acordo com a equação: AFE (cm² g⁻¹) = área foliar/fitomassa seca da folha. A RAF foi calculada de acordo com a equação: RAF (cm² g⁻¹) = área foliar/fitomassa seca da parte aérea.

2.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (Bartlett). Foram ainda submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F (P>0,05), e nos casos significativos aplicou-se a análise de regressão. Os dados com efeito para a interação entre CEa x N foram representados por meio da superfície de respostas e nos casos de efeito isolado regressão linear ou quadrática. Para o procedimento estatístico utilizou-se o programa R (R CORE TEAM, 2021).

3. RESULTADOS

A interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação e doses de N foliar apresentou efeito significativo para a suculência foliar, alocação de fitomassa seca da folha, caule e raiz e para o índice de produção de fitomassa da parte aérea (Figura 1).

Para a suculência foliar (SUF) a maior relação foi de 2,96 mg H₂O cm⁻² ocorreram na planta submetidas a CEa de 1,10 dS m⁻¹ e na dose de 227,5 mg L⁻¹ de N foliar (Figura 1A). A alocação de fitomassa seca das folhas (AFSF) e do caule (AFSC), apresentaram os maiores incrementos (83,0 e 33,3%) nas plantas submetidas as CEas de 5,46 e 5,49 dS m⁻¹ e nas doses de 399,5 e 0,383 mg L⁻¹ de N, respectivamente nas Figura 1B e 1C. A alocação de fitomassa seca da raiz (AFSR) foi superior em até 21,5%, nas plantas submetidas ao tratamento CEa de 0,50 dS m⁻¹ e na dose de 0,383 mg L⁻¹ de N (Figura 1D).

O índice de produção de fitomassa da parte aérea (IPFPA) apresentou na CEa 5,49 dS m⁻¹ e na dose de 398,5 mg L⁻¹ de N (Figura 1E). os maiores valores de 0,96 A aplicação via foliar estimulou a produção de fitomassa na parte aérea das plantas de manjeriço, mesmo em condições salinas.

A irrigação com água salina provocou crescimento da área foliar específica (AFE), ocorrendo ganhos crescentes com a elevação das concentrações de sais na água irrigada, com os valores máximos de 5,05 cm² g⁻¹ na CEa de 5,5 dS m⁻¹, obtendo incrementos equivalentes a 50,3% (Figura 2A).

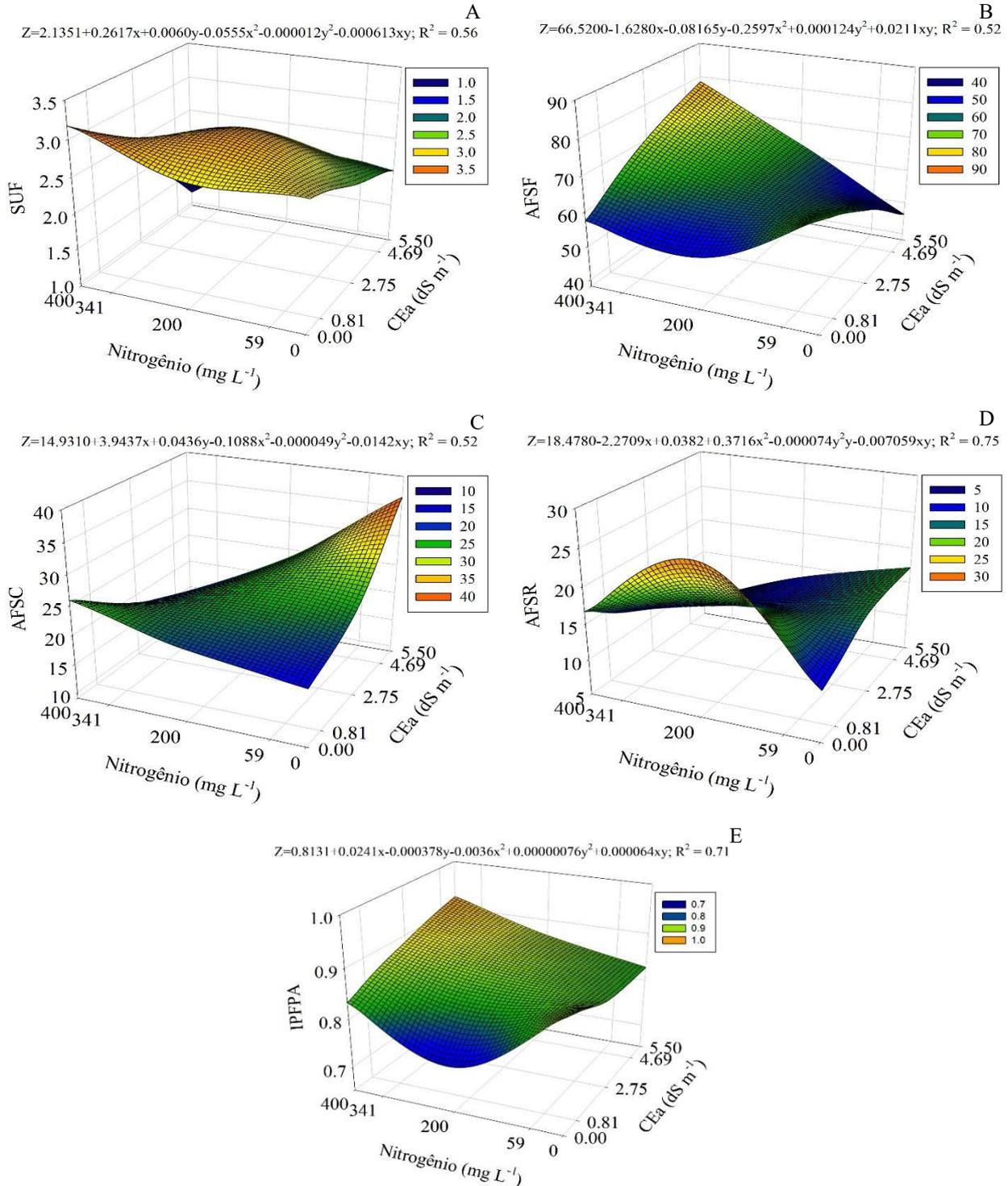


Figura 1. Suculência foliar – SUF (A), alocação de fitomassa seca da folha - AFSF (B), do caule - AFSC (C), da raiz - AFSR (D) e o índice de produção de fitomassa da parte aérea - IPFPA (E) de manjeriço roxo submetido a águas salinas e a adubação nitrogenada foliar.
 Figure 1. Leaf succulence - SUF (A), allocation of dry phytomass of leaf - AFSF (B), stem - AFSC (C), root - AFSR (D) and shoot phytomass production index - IPFPA (E) of purple basil subjected to saline water and foliar nitrogen fertilization.

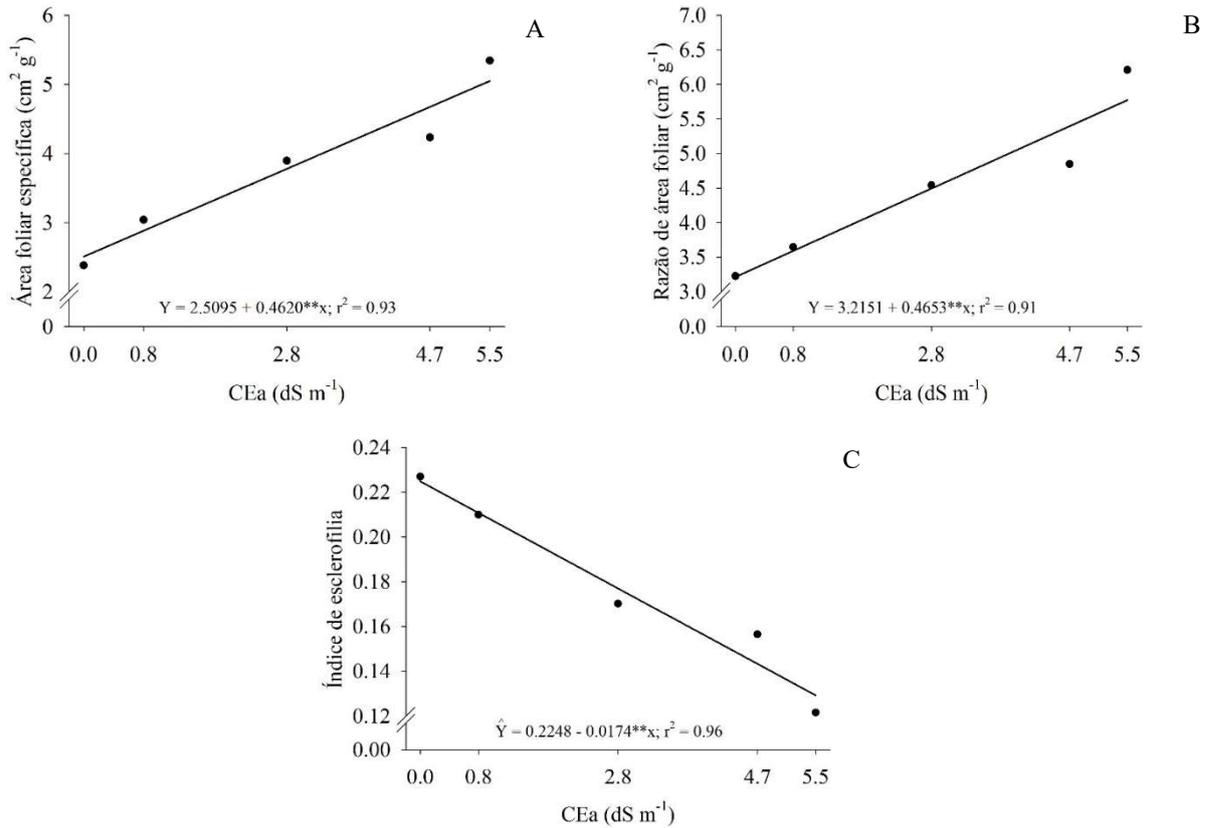


Figura 2. Área foliar específica (A), razão de área foliar (B) e índice de esclerofilia (C) de manjeriço roxo submetido a salinidade da água de irrigação.

Figure 2. Specific leaf area (A), leaf area ratio (B) and sclerophylla index (C) of red basil subjected to irrigation water salinity.

A razão de área foliar (RAF) apresentou aumento linear com a elevação da CEa, sendo os maiores valores (5,77 cm² g⁻¹) verificados nas plantas submetidas a CEa de 5,5 dS m⁻¹, com incremento de 43,3% ao comparar com os valores da menor CEa (Figura 2B). No que diz respeito ao índice de esclerofilia, houve decréscimo à medida que a CEa foi elevada, com os maiores valores (0,22) nas plantas

submetidas ao tratamento controle, ocorrendo perdas de 42,5% ao comparar os valores da menor e maior CEa (Figura 2C). A aplicação de N foliar aumentou a AFE e RAF com máximos obtidos de 4,38 e 5,03 cm² g⁻¹, representando ganhos de 26,4 e 22,2%, respectivamente (Figura 3A e 3B), ao comparar com a menor dose.

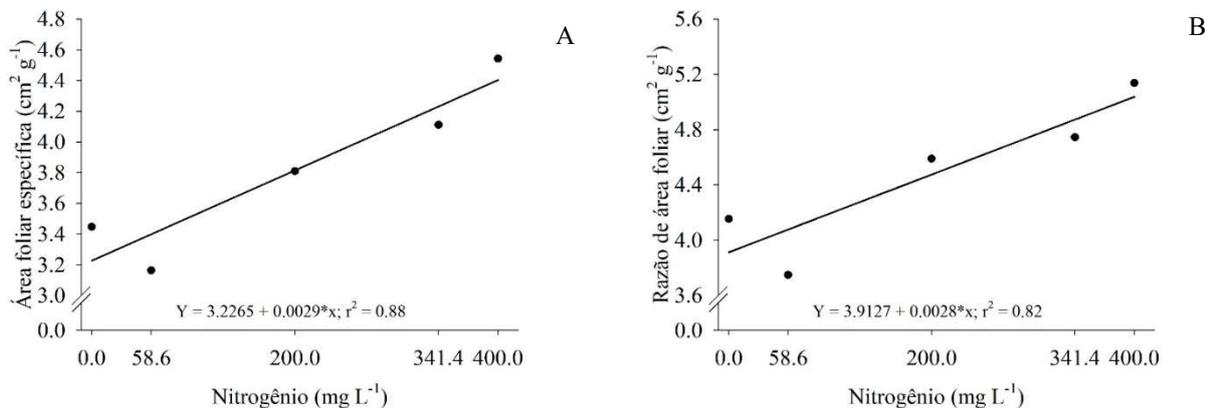


Figura 3. Área foliar específica (A) e razão de área foliar (B) de manjeriço roxo submetido a adubação nitrogenada foliar.

Figure 3. Specific leaf area (A) and leaf area ratio (B) of purple basil subjected to foliar nitrogen fertilization.

4. DISCUSSÃO

A suculência foliar aumentou em função da salinidade e da aplicação de N via foliar, o que possibilitou as plantas de manjeriço manterem a turgescência foliar, ou seja, tiveram a

capacidade de ajustar as condições de estresse salino. Cruz et al. (2018) também verificaram esse comportamento, demonstrando que plantas induzidas ao estresse causado pelo NaCl, tendem a elevar a sua suculência foliar, e esse pode ser

utilizado como como parâmetro resposta ao ajuste osmótico provocado pelo teor de água nos tecidos foliares.

A alocação de fitomassa nos diferentes órgãos da planta aumentou em função da aplicação foliar de N, mesmo em salinidade acima de 5,4 dS m⁻¹, indicando que o N auxiliou na capacidade das plantas se ajustarem osmoticamente ao meio salino. O N é um elemento que atua estimulando a produção de compostos osmoprotetores, reduzindo os danos promovidos pelo estresse salino. Dentre os efeitos benéficos do N, pode-se citar a sua atuação na síntese de clorofilas, ácido nucleicos, proteínas, aminoácidos e metabólitos secundários como prolina, betaínas e glicina que proporcionam maior tolerância a salinidade (DE LA TORRE-GONZÁLEZ et al., 2020).

O aumento linear na área foliar específica e razão de área foliar é um indicativo de que o manjeriço roxo, consegue desenvolver mecanismos que aumenta a tolerância das plantas a salinidade. Assim, os efeitos danosos promovidos pelo estresse salino, resultam em alteração fisiológicas que induzem a uma maior produção e acúmulo de metabólitos secundários, levando ao aumento da área foliar específica (WASTERNAK, 2007). De acordo com Souza et al. (2020) o aumento da razão de área foliar em função do estresse salino, é um indicativo de que a maior parte do fotoassimilados produzidos pela planta foi utilizado na formação do aparelho fotossintético em resposta a elevada salinidade.

Já em relação a diminuição do índice de esclerofilia em função do aumento da CEa, é resultado das alterações morfofisiológicas promovidas pelos efeitos do estresse salino. Uma série de modificações no desenvolvimento vegetal é desencadeado pela salinidade, afetando processos bioquímicos, fisiológicos e morfológicos (LOFTI et al., 2018). Isto em função do aumento do potencial osmótico do solo, resultando em redução da disponibilidade e absorção de água pela planta, toxicidade de íons como Na⁺ e Cl⁻ e desequilíbrio nutricional (LI et al., 2019; NAVEED et al., 2020).

A aplicação foliar de N foi benéfica proporcionando elevação dos valores na área foliar específica e a razão de área foliar das plantas de manjeriço. O N é um elemento envolvido em diversos processos fisiológicos, dentre eles a expansão celular (VIEIRA et al., 2016), o que pode potencializar o crescimento vegetativo, modificando as características morfométricas na cultura agrícolas. O aumento na AFE e RAF em função da adubação nitrogenada também foi constatado por Dartora et al. (2013) em plantas de couve da Malásia (*Brassica campestris* var. *chinensis* L.) e por Lima et al. (2018) em erva cidreira (*Lippia alba* (Mill) N. E. Brown).

5. CONCLUSÕES

A adubação de N foliar reduz os efeitos do estresse salino causados pela água de irrigação sobre a alocação de fitomassa da raiz, caule e folha, na suculência foliar e no índice de produção de fitomassa da parte aérea do Manjeriço Roxo. As doses foliares de N e a salinidade da água induzem o aumento da área foliar específica e a razão de área foliar do manjeriço roxo.

6. AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001, pelo financiamento da parcial da pesquisa.

7. REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- ALVES, E. S.; LIMA, D. F.; BARRETO, J. A. S.; SANTOS, D. P.; SANTOS, M. A. L. Determinação do coeficiente de cultivo para a cultura do rabanete através de lisimetria de drenagem. **Irriga**, v. 22, n. 1, p. 194-203, 2017. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2017v22n1p194-203>.
- AMARAL, A. M.; TEIXERA, M. B.; SOARES, F. A. L.; SANTOS, M. A. C. M.; BASTOS, F. J. C.; FARIA, A. M. Influência de diferentes níveis de reposição hídrica, salinidade e adubação nitrogenada no girassol. **Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 18-31, 2020.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; BARBOSA, J. L. Physiological indices and growth of 'Paluma' guava under saline water irrigation and nitrogen fertigation. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 808-816, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n402rc>.
- CERQUEIRA, G.; SANTOS, M. C.; MARCHIORI, P. E. R.; SILVEIRA, N. M.; MACHADO, E. C.; RIBEIRO, R. V. Leaf nitrogen supply improves sugarcane photosynthesis under low temperature. **Photosynthetica**, v. 57, n. 1, p. 18-26, 2019. Doi: <https://doi.org/10.32615/ps.2019.033>.
- CRUZ, A. F. S.; SILVA, G. F.; SILVA, E. F. F.; SOARES, H. R.; SANTOS, J. S. G.; LIRA, R. M. Stress index, water potentials and leaf succulence in cauli flower cultivated hydroponically with brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 9, p. 622-627, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n9p622-627>.
- DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; PAULETTI, D. R.; MARINI, D. Análise de crescimento e produtividade do pak choi cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Ceres**, v. 60, n. 4, p. 498-504, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000400008>.
- DE LA TORRE-GONZÁLEZ, A.; NAVARRO-LEÓN, E.; BLASCO, B.; RUIZ, J. M. Nitrogen and photorespiration pathways, salt stress genotypic tolerance effects in tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.). **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 42, n. 2, p. 1-8, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11738-019-2985-8>.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D. Growth and gas exchanges of cotton under water salinity and nitrogen-potassium combination. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 470-479, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n219rc>.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Solos, 2018. 356p.
- LI, S.; LI, Y.; HE, X.; LI, Q.; LIU, B.; AI, X.; ZHANG, D. Response of water balance and nitrogen assimilation in cucumber seedlings to CO₂ enrichment and salt stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 139, p. 256-263, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.03.028>.

- LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. O. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 5, p. 854-866, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162014000500005>.
- LIMA, J. C.; OLIVEIRA, U. C.; SANTOS, A. R.; SOUZA, A. A.; SOUZA, G. S. Proporções de amônio e nitrato no crescimento de plantas de *Lippia alba* (Mill) N. E. Br. cultivadas sob ambientes de luz. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 655-662, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17240>.
- LOFTI, R.; GHASSEMI-GOLEZANI, K.; PESSARAKLI, M. Salicylic acid regulates photosynthetic electron transfer and stomatal conductance of mung bean (*Vigna radiata* L.) under salinity stress. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 26, p. 101635, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbab.2020.101635>.
- MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, n. 1, p. 9-14, 1999. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89131999000100002>.
- NASCIMENTO, P. S.; PAZ, V. P. S.; FRAGA JÚNIOR, L. S.; COSTA, I. P. Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. 1, p. 10-15, 2017. <http://doi.org/10.5747/ca.2017.v13.n1.a143>.
- NAVEED, M.; SAJID, H.; MUTAFA, A.; NIAMAT, B.; AHMAD, Z.; YASEEN, M.; KAMRAN, M.; RAFIQUE, M.; AHMAR, E.; CHEN, J. T. Alleviation of salinity-induced oxidative stress, improvement in growth, physiology and mineral nutrition of canola (*Brassica napus* L.) through calcium-fortified composted animal manure. **Sustainability**, v. 12, n. 3, p. 846, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12030846>.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. (editor) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília-DF: Embrapa-SEA. 1991.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Viena, Austria, 2021.
- SILVA, T. I.; GONÇALVES, A. C. M.; MELO FILHO, J. S.; ALVES, W. S.; BASÍLIO, A. G. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; DIAS, T. J.; BLANK, A. F. Echophysiological aspects of *Ocimum basilicum* under saline stress and salicylic acid. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p. e5633, 2019. DOI: <http://doi.org/10.5039/agraria.v14i2a5633>.
- SOUZA, C. A.; ARAUJO, Y. R.; ARAÚJO NETO, J. R.; PALÁCIO, H. A. Q.; BARROS, B. E. A. Análise comparativa da qualidade de água para irrigação em três sistemas hídricos conectados no semiárido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 6, p. 1011-1022, 2016.
- SOUZA, L. P.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; FÁTIMA, R. T.; SILVA, E. L.; ELIAS, J. J. Alocação de fitomassa e crescimento de clones de cajueiro irrigados com águas de diferentes salinidades. **Revistas Desafios**, v. 7, n. 1, p. 52-63, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uftv7>.
- VIEIRA, I. G. S.; NOBRE, R. G.; DIAS, A. S.; PINHEIRO, F. W. A. Cultivation of cherry tomato under irrigation with saline water and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 55-61, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n1p55-61>.
- WANG, Y. H.; ZANG, G.; CHEN, Y.; GAO, J.; SUN, Y. R.; CHEN, J. P. Exogenous application of gibberellic acid and ascorbic acid improved tolerance of okra seedlings to NaCl stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 41, p. 93, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11738-019-2869-y>.
- WASTERNAK, C. Jasmonates: an update on biosynthesis, signal transduction and action in plant stress response, growth and development. **Annals of Botany**, v. 100, p. 681-697, 2007. DOI: <http://doi.org/10.1093/aob/mcm079>.