

**Acúmulo de biomassa e pigmentos fotossintéticos em plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze sob estresse salino e doses de ácido salicílico**

**Accumulation of biomass and photosynthetic pigments in *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze plants under saline stress and doses of salicylic acid**

**Acumulación de biomasa y pigmentos fotosintéticos en plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze bajo estrés salino y dosis de ácido salicílico**

Recebido: 27/03/2020 | Revisado: 28/03/2020 | Aceito: 30/03/2020 | Publicado: 31/03/2020

**Jackson Silva Nóbrega**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9538-163X>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: [jacksonnobrega@hotmail.com](mailto:jacksonnobrega@hotmail.com)

**Rislane de Lucena Alcântara Bruno**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4206-6417>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: [lanebruno.bruno@gmail.com.br](mailto:lanebruno.bruno@gmail.com.br)

**Francisco Romário Andrade Figueiredo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4506-7247>

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil

E-mail: [romarioagroecologia@yahoo.com.br](mailto:romarioagroecologia@yahoo.com.br)

**Toshik Iarley da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0704-2046>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: [iarley.toshik@gmail.com](mailto:iarley.toshik@gmail.com)

**Reynaldo Teodoro de Fátima**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0463-4417>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [reynaldoteodoro@outlook.com](mailto:reynaldoteodoro@outlook.com)

**João Everthon da Silva Ribeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1937-0066>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: [j.everthon@hotmail.com](mailto:j.everthon@hotmail.com)

**Jean Telvio Andrade Ferreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4629-9429>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: [jeantelvioagronomo@gmail.com](mailto:jeantelvioagronomo@gmail.com)

**Rodrigo Garcia da Silva Nascimento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2683-4989>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: [rodrigo\\_garciasilva@hotmail.com](mailto:rodrigo_garciasilva@hotmail.com)

## Resumo

A *Mesosphaerum suaveolens* (L.) é uma espécie com elevado potencial aromático e terapêutico, bastante difundida na região Nordeste do Brasil. No entanto, as condições do semiárido nordestino e o elevado teor de sais contidos no solo e na água utilizada na irrigação podem comprometer o desenvolvimento vegetal. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ácido salicílico como atenuante do estresse salino sob o acúmulo de biomassa e os índices de clorofila em plantas de *M. suaveolens*. O experimento foi conduzido em ambiente protegido pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. O delineamento estatístico adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial incompleto 5 x 5, com cinco condutividades elétricas da água de irrigação (CEa: 0,5; 1,45; 5,0; 8,55 e 10,0 dS m<sup>-1</sup>) e cinco doses de ácido salicílico (0,0; 0,29; 1,0; 1,71 e 2,0 mM L<sup>-1</sup>) com quatro repetições e duas plantas por parcela, geradas a partir da matriz experimental Composto Central de Box. Foram avaliados o acúmulo de massa seca da raiz, caule, folhas, da parte aérea e total e os índices de clorofila 'a', 'b', total e a razão clorofila a/b. A salinidade promoveu sérios danos, reduzindo consideravelmente o acúmulo de biomassa e os índices foliares de clorofila das plantas de *M. suaveolens*. O ácido salicílico não promoveu efeito atenuante aos danos promovidos pelo estresse salino.

**Palavras-chave:** Espécie medicinal; Fithormônio; Salinidade.

## Abstract

*Mesosphaerum suaveolens* (L.) is a species with high aromatic and therapeutic potential, widespread in the Northeast of Brazil. However, the conditions of the northeastern semiarid and the high content of salts contained in the soil and water used for irrigation may compromise plant development. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of

salicylic acid as a saline stress attenuator on biomass accumulation and chlorophyll indices in *M. suaveolens* plants. The experiment was conducted in a protected environment belonging to the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Paraíba, Areia-PB. The statistical design adopted was randomized blocks in incomplete 5 x 5 factorial scheme, with five electrical conductivities of irrigation water (EC<sub>w</sub>: 0.5; 1.45; 5.0; 8.55 and 10.0 dS m<sup>-1</sup>) and five doses of salicylic acid (0.0, 0.29, 1.0, 1.71 and 2.0 mM L<sup>-1</sup>) with four replications and two plants per plot, generated from the experimental Box Central Compound matrix. Dry matter accumulation of root, stem, leaves, shoot and total and chlorophyll indices 'a', 'b', total and chlorophyll a/b ratio were evaluated. Salinity caused serious damage, considerably reducing biomass accumulation and chlorophyll leaf indices of *M. suaveolens* plants. Salicylic acid did not mitigate the damage caused by salt stress.

**Keywords:** Medicinal species; Phytohormonium; Salinity

### Resumen

*Mesosphaerum suaveolens* (L.) es una especie con alto potencial aromático y terapéutico, muy extendida en la región noreste de Brasil. Sin embargo, las condiciones del semiárido del noreste y el alto contenido de sales contenidas en el suelo y en el agua utilizada en el riego pueden comprometer el desarrollo de la planta. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del ácido salicílico como mitigación del estrés salino en la acumulación de índices de biomasa y clorofila en plantas de *M. suaveolens*. El experimento se realizó en un entorno protegido perteneciente al Centro de Ciencias Agrícolas de la Universidad Federal de Paraíba, Areia-PB. El diseño estadístico adoptado fue bloques al azar en un esquema factorial incompleto de 5 x 5, con cinco conductividades eléctricas del agua de riego (CE<sub>a</sub>: 0.5; 1.45; 5.0; 8.55 y 10.0 dS m<sup>-1</sup>) y cinco dosis de ácido salicílico (0.0; 0.29; 1.0; 1.71 y 2.0 mM L<sup>-1</sup>) con cuatro repeticiones y dos plantas por parcela, generadas a partir del compuesto central experimental compuesto de caja. Se evaluó la acumulación de masa seca de raíz, tallo, hojas, brote y total y el índice de clorofila 'a', 'b', total y la relación clorofila a / b. La salinidad promovió daños graves, reduciendo considerablemente la acumulación de biomasa y los índices de clorofila de las hojas de las plantas de *M. suaveolens*. El ácido salicílico no tuvo un efecto mitigante sobre el daño causado por el estrés salino.

**Palabras clave:** Especie medicinale; Phithormone; Salinidad

## 1. Introdução

*Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze é uma espécie pertencente à família Lamiaceae, vulgarmente conhecida como alfazema brava, bamburral, erva de canudo e tapera velha. Apresenta-se difundida em diversas partes do mundo, sendo encontrada na América Tropical, África Ocidental, norte da Nigéria e Filipinas, possuindo uma série de finalidades de uso, especialmente na medicina popular (Bezerra et al., 2017). Por ser uma espécie oriunda de clima tropical e subtropical, no Brasil a alfazema é encontrada em solos degradados pela ação antrópica e apresenta excelentes condições de adaptabilidade às condições do semiárido, como a região Nordeste do país (Barbosa et al., 2015).

A principal finalidade é a produção de óleo essencial rico em compostos secundários, como alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas e terpenos utilizados na indústria farmacêutica e de cosméticos (Alves et al., 2017). Por ser considerada uma espécie com grande variabilidade de propriedades biológicas são relatadas na literatura, diversos usos, como a ação antifúngica, inseticida, anti-inflamatória, antibacteriana, anticancerígena, antisséptica, nematicida e larvicida (Silva et al., 2017; Arruda et al., 2018; Figueiredo et al., 2018).

Apesar de ser considerada uma espécie que apresenta elevado potencial de exploração para a região nordeste, sua produção pode ser afetada por condições de estresse abiótico oriundo do ambiente. A região do semiárido nordestino é caracterizada por apresentar recursos hídricos escassos e má distribuição ao longo do tempo (Lima et al., 2014). Atrelado à qualidade da água utilizada na irrigação, o elevado teor de sais contido em sua constituição acima do tolerado pelas culturas pode comprometer o sucesso da produção agrícola (Nóbrega et al., 2018). A salinidade promove danos em uma série de processos do metabolismo da planta, como os fisiológicos, bioquímicos, morfológicos e moleculares (Silva et al., 2016; Acosta-Motos et al., 2017; Li et al., 2019).

Diante dos efeitos promovidos pela salinidade nas plantas, se torna necessária a busca de medidas que visem atenuar os danos pelo estresse salino. A utilização de fitohormônios reguladores do crescimento é uma alternativa promissora e dentre eles destaca-se a aplicação de ácido salicílico, em virtude do mesmo ser um composto fenólico envolvido na regulação de diversos processos fisiológicos, atuando como uma molécula sinalizadora que age nos mecanismos de defesa da planta em condições de estresse (Miura & Tada, 2014; Silva et al., 2018).

Diante desse contexto, objetivou-se avaliar o efeito de doses de ácido salicílico como atenuante dos danos promovidos pela salinidade crescente da água de irrigação sob o acúmulo de biomassa e nos índices de clorofila em plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze.

## 2. Metodologia

O presente trabalho é oriundo de uma pesquisa exploratória realizada em casa de vegetação e simulando condições em condições encontradas no campo de produção, apresentando tratamentos de natureza qualitativa (Pereira et al., 2018).

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), Campus II Areia, Paraíba. As sementes de alfavaca utilizadas foram obtidas de plantas nativas situadas na zona rural do assentamento Novo Horizonte, pertencente ao município de Várzea - PB. O experimento foi conduzido em sacos de polietileno (recipientes) com capacidade de 1,2 dm<sup>3</sup>, onde foram semeadas 10 sementes por saco, realizando-se o desbaste após o estabelecimento da emergência, em torno de 10 dias após a semeadura, deixando-se apenas uma planta por recipiente.

Os recipientes foram preenchidos com substrato formulado a partir da mistura de solo de barranco, areia lavada e esterco bovino curtido na proporção de 3:1:1, possuindo a constituição química apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Caracterização química do substrato utilizado no experimento

pH	M.O	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	SB	H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup>	CTC
	g kg <sup>-1</sup>		-- mg kg <sup>-3</sup> --	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						
7,8	22,2	85,5	693,6	2,9	1,59	0,23	6,5	0,0	0,0	6,5

SB = saturação por bases; CTC = capacidade de troca de cátions; M.O = matéria orgânica.

Fonte: Dados da pesquisa

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial incompleto 5 x 5, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,5; 1,45; 5,0; 8,55 e 10,0 dS m<sup>-1</sup>) e cinco doses de ácido salicílico (0,0; 0,29; 1,0; 1,71 e 2,0 mM) com quatro repetições e duas plantas por parcela, geradas a partir da matriz experimental Composto Central de Box (Mateus et al., 2001).

As soluções salinas foram preparadas adicionando-se o cloreto de sódio (NaCl) a água do sistema de abastecimento ( $CEa = 0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), nas proporções requeridas, sendo os valores mensurados com o auxílio de condutivímetro portátil modelo microprocessado Instrutherm<sup>®</sup> (modelo CD-860). A irrigação foi feita diariamente, com a quantidade de água aplicada por meio da lisimetria de drenagem. A aplicação das águas com as diferentes condutividades se deu aos 15 dias após a semeadura.

As doses de ácido salicílico foram preparadas diluindo-as em 200 mL de água destilada e as sementes colocadas para embeber por um período de 8 horas em recipientes plásticos, mantidos a temperatura e umidade relativa ambiente. Em seguida, as sementes foram lavadas com água destilada para retirada do excesso do ácido e realizado o semeio.

A avaliação do acúmulo de biomassa ocorreu aos 45 dias após o início da irrigação com as águas salinas, sendo mensuradas o conteúdo de massa seca de raiz, caule e folhas, obtido separando-se as partes e acondicionando-as em sacos de papel do tipo Kraft. Em seguida, as amostras foram postas para secar em estufa de circulação de ar forçada a  $65^{\circ}\text{C}$  até atingirem o peso constante. Posteriormente, realizou-se a pesagem em balança analítica de precisão de 0,001g. A massa seca da parte aérea foi estabelecida somando-se os valores da massa seca de caule e folhas. A massa seca total foi obtida pelo somatório da massa seca de raízes e da parte aérea. Os resultados foram expressos em  $\text{g planta}^{-1}$ .

Os teores de clorofila 'a', 'b' e total foram determinados pelo método não destrutivo, utilizando-se clorofilômetro portátil (ClorofiLOG<sup>®</sup>, modelo CFL 1030, Porto Alegre, RS), com os valores dimensionados em índice de clorofila Falker (ICF). A relação entre os teores da clorofila a/b foi obtida a partir dos valores da clorofila 'a' pela 'b'.

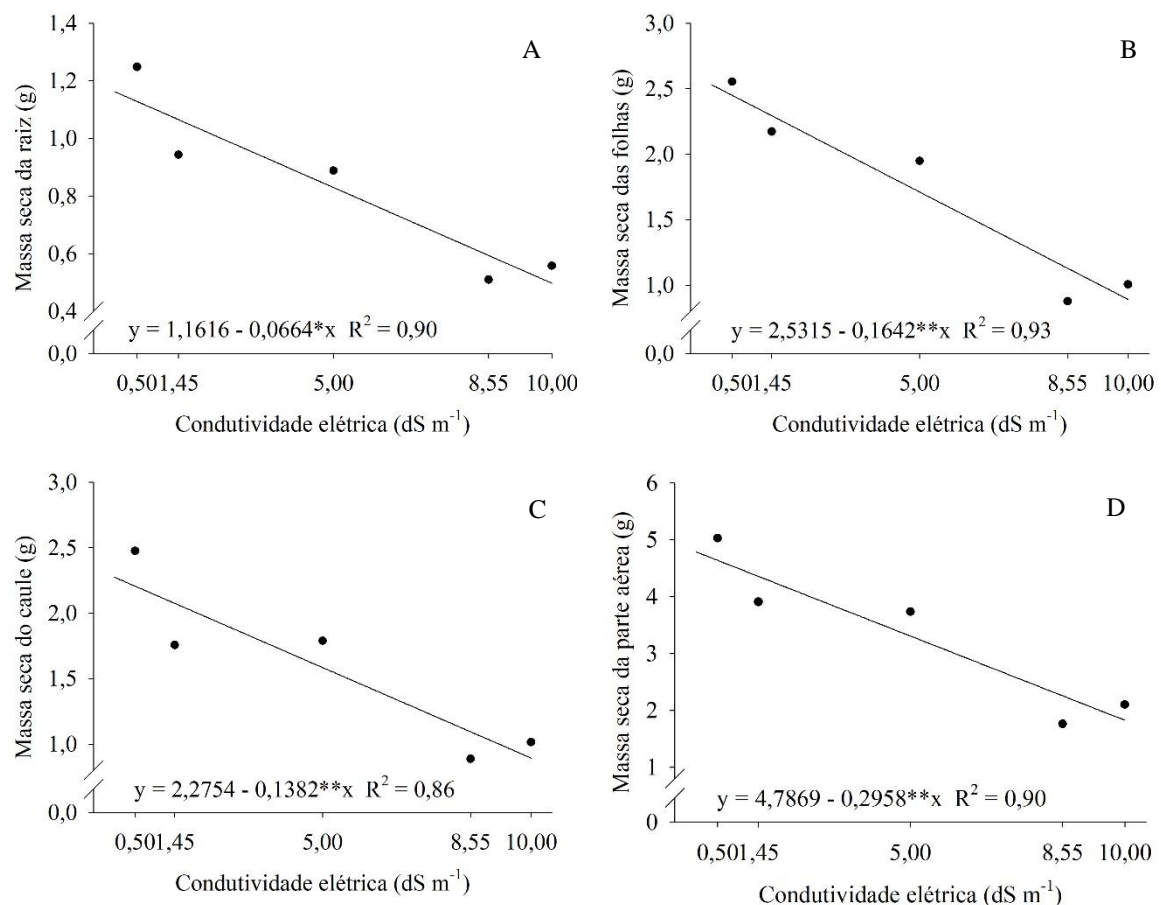
Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p > 0,05$ ) e regressão, utilizando programa estatístico SAS University para o processamento dos dados (Cody, 2015).

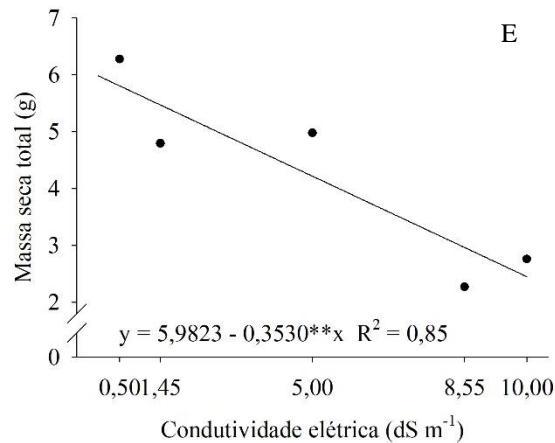
### **3. Resultados e Discussão**

De acordo com a análise de variância, não houve efeito significativo para a interação entre os fatores estudados (salinidade e doses de ácido salicílico). Não houve efeito significativo para aplicação do ácido salicílico. Porém, foi possível observar que a condutividade elétrica crescente da água de irrigação promoveu efeito significativo sobre todas as variáveis estudadas.

A produção de biomassa das plantas de alfazema atingiu valores semelhantes, ocorrendo severas reduções à medida que se elevou a CEa. Para a massa seca da raiz, constatou-se que o nível de salinidade mais elevado ( $10 \text{ dS m}^{-1}$ ) reduziu significativamente a quantidade de raízes, ocorrendo perdas de 56% na quantidade de biomassa ao comparar com as plantas submetidas a menor salinidade (Figura 1A). Isso se deve ao efeito hiperosmótico causado pelo NaCl, promovendo desequilíbrio hídrico entre o apoplasto e simplasto, reduzindo a capacidade das raízes absorverem água e nutrientes, e com isto, ocasionando prejuízos ao crescimento e, conseqüentemente no acúmulo de biomassa radicular (Khanam e Mohammad, 2018).

**Figura 1.** Massa seca de raiz (A), massa de folhas (B), do caule (C), da parte aérea (D) e massa seca total (E) de plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze, submetidas a diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.





Fonte: Dados da pesquisa.

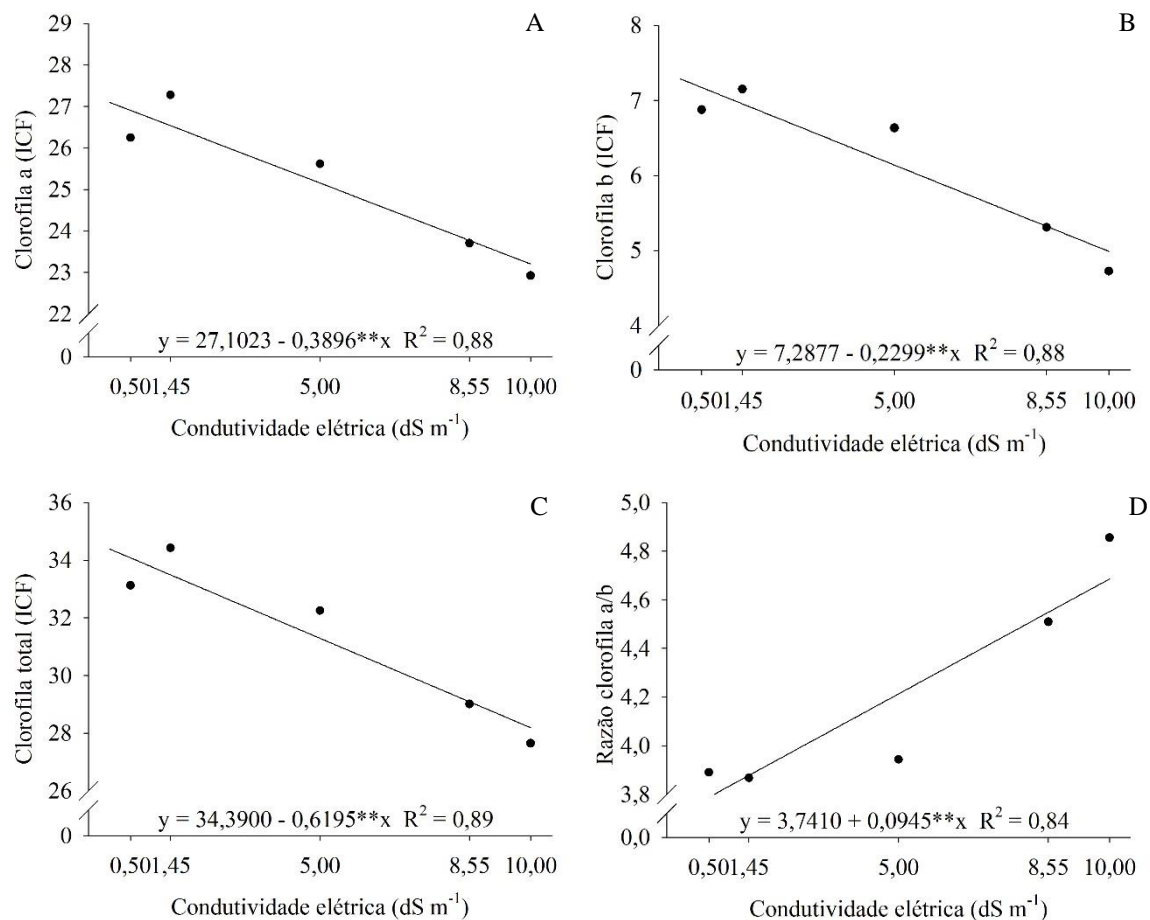
É possível observar que a massa seca de folhas, do caule e da parte aérea, o aumento salino das águas foi danoso à formação de biomassa, com decréscimos de 64, 60 e 61%, respectivamente (Figura 1B, 1C e 1D). As perdas nos conteúdos de biomassa estão relacionadas aos danos promovidos pelo estresse salino, resultando na toxicidade de íons e na deficiência na absorção de nutrientes, afetando o estado nutricional e, conseqüentemente, o crescimento e a capacidade de acúmulo de biomassa pela planta (Taiz et al., 2017).

A massa seca total apresentou valores semelhantes às demais fitomassas, ocorrendo grandes perdas (58%) no acúmulo de biomassa com o nível máximo de CEa em comparação as plantas submetidas a menor CEa (Figura 1E). Esta redução foi constatada por outros autores em espécies medicinais, como Bione et al. (2014) em manjerição (*Ocimum basilicum* L.), e Khanam e Mohammad (2018) em hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.).

Na Figura 2 estão apresentados os teores de clorofila a, b e total, onde se observa que as variáveis se mostraram semelhantes, com grandes decréscimos nos teores dos pigmentos.



**Figura 2.** Teores de clorofila a (A), clorofila b (B), clorofila total (C) e razão entre a clorofila a e b (D) em plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze, submetidas a diferentes salinidades da água de irrigação



Fonte: Dados da pesquisa.

Para a clorofila a, constatou-se que a CEa de 10 dS m<sup>-1</sup> reduziu os teores em 14% ao comparar com CEa de 0,5 dS m<sup>-1</sup> (Figura 2A). Este efeito foi ainda mais severo nos teores de clorofila b, onde ao se comparar os valores da maior e menor CEa, foram obtidos decréscimos de 30% (Figura B). Do mesmo modo o teor de clorofila total, com a CEa de 10 dS m<sup>-1</sup> promoveu redução de 24% (Figura C).

Essa severa redução nos teores clorofila nas plantas está associada ao elevado conteúdo de sais, os quais ao se acumularem no tecido foliar em concentrações acima do tolerado pela planta, estimula a atividade da enzima clorofilase, promovendo a degradação das clorofilas e cloroplastos, resultando em perdas na atividade fotossintética da planta e de proteínas de pigmentação (Munns e Tester, 2008).

A razão entre a clorofila a/b apresentou crescimento linear crescente e, portanto, contrário aos teores de clorofila, com o máximo incremento nas plantas sob a CEa de 10 dS m<sup>-1</sup>, atingindo um aumento na razão de 27% ao comparar os valores da maior e menor CEa

(Figura 2D). Este resultado mostra que as plantas submetidas a elevadas concentrações de sais tende a reduzir a atividade da clorofila b, promovendo uma maior captação de energia pela clorofila a. Segundo García-Valenzuela et al. (2005) isso pode estar associado a um mecanismo de defesa desenvolvido pela planta para suportar os danos do estresse salino, a partir do aumento do número e no desenvolvimento dos cloroplastos e no número de tilacóides, culminando na ativação de um mecanismo de proteção ao sistema fotossintético da planta.

Os valores obtidos para os teores de clorofila estão de acordo com outros autores como Grzeszczuk et al. (2018) em *Salvia coccínea*. Singh e Lal (2019) em manjerição (*Ocimum basilicum* L.). Ribeiro et al. (2020) em melancia (*Citrullus lanatus* L.). Tais resultados demonstram como a salinidade é prejudicial para o crescimento vegetal, resultando em redução da atividade dos pigmentos fotossintéticos e a produção e acúmulo de fotoassimilados na planta.

#### **4. Considerações Finais**

A pesquisa traz informações importantes sobre o comportamento da *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze., sob condições de elevados teores de sais contidos na água de irrigação e o efeito sobre a produção de biomassa das plantas, servindo como aporte de informações para os produtores rurais e para futuros trabalhos científicos.

A salinidade crescente da água de irrigação reduz consideravelmente o acúmulo de biomassa e os índices de clorofila nas plantas de *M. suaveolens*.

A aplicação de ácido salicílico não exerceu efeito sobre a biomassa e pigmentos nas plantas de *M. suaveolens*.

#### **Agradecimentos**

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo fornecimento de bolsas aos discentes e financiamento da referida pesquisa.

#### **Referências**

Alvarez-Acosta, C., Marrero-Dominguez, A., Gallo-Llobet, L. & Gonzalez-Rodriguez, A. M. (2019). Effects of NaCl and NaHCO<sub>3</sub> stress on morphological growth and nutrient metabolism on selected avocados (*Persea americana* Mill.). *Journal of Plant Nutrition*, 42, 164-177.

Alves, J.J.L., Resende, O., Oliveira, D.E.C. & Branquinho, N.A.A. (2017) Cinética de secagem das folhas de *Hyptis suaveolens*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 19(2): 168-176.

Arruda, M.V.M., Oliveira, F.F.M., Sampaio, M.V., Fernandes, M.D.S.S., Dias, N.S., Albuquerque, C.C. & Fernandes, C.S. (2018). Influence of nutrition and water stress in *Hyptis suaveolens*. *Industrial Crops and Products*, 125(1): 511-519.

Barbosa, E.C., Carrim, A.J.I., Oliveira, B.F.R., Ribeiro, I.D.A. & Vieira, J.D.G. (2015). Isolamento, identificação e avaliação das atividades enzimática e antibacteriana de microorganismos endofíticos de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. *Enciclopédia Biosfera*, 11(22): 3036-3055.

Bezerra, J.W.A., Costa, A.R., Silva, M.A.P., Rocha, M.I., Boligon, A.A., Rocha, J.B.T., Barros, L.M. & Kamdem, J.P. (2017). Chemical composition and toxicological evaluation of *Hyptis suaveolens* (L.) Poiteau (LAMIACEAE) in *Drosophila melanogaster* and *Artemia salina*. *South African Journal of Botany*, 113: 437-442.

Bione, M.A.A., Paz, V.P.S., Silva, F., Ribas, R.F. & Soares, T.M. (2014). Crescimento e produção de manjeriço em sistema hidropônico NFT sob salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(12): 1228-1234.

Cody R. (2015). *An Introduction to SAS University Edition*. SAS Institute.

Figueirêdo, F.R.S.D.N., Bitu Primo, A.J., Monteiro, A.B., Tintino, S.R., Delmondes, G.A., Sales, V.S., Rodrigues, C.K.S., Felipe, C.F.B., Coutinho, H.D.M. & Kerntopf, M.R. (2018). Avaliação da atividade moduladora e citotóxica do óleo essencial das folhas de *Hyptis martiusii* Benth. *Revista Ciencia de la Salud*, 16(1):49-58.

García-Valenzuela, X., Garcá-Moya, E., Rascón-Cruz, Q., Herrera-Estrella, L. & Aguardo-Santacruz, G.A. (2005). Chlorophyll accumulation is enhanced by osmotic stress in graminaceous chlorophyll cells. *Journal of Plant Physiology*, 162(6): 650-656.

Grzeszczuk, M., Salachna, P. & Meller, E. (2018). Changes in photosynthetic pigments, total phenolic content, and antioxidant activity of *salvia coccinea* buc'hoz ex etl. induced by exogenous salicylic acid and soil salinity. *Molecules*, 23(6): 1296.

Khanam, D., & Mohammad, F. (2018). Plant growth regulators ameliorate the ill effect of salt stress through improved growth, photosynthesis, antioxidant system, yield and quality attributes in *Mentha piperita* L. *Acta Physiologiae Plantarum*, 2018; 40(11): 188.

Li, S., Li, Y., He, X., Li, Q., Liu, B., Ai, X., & Zhang, D. (2019). Response of water balance and nitrogen assimilation in cucumber seedlings to CO<sub>2</sub> enrichment and salt stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 139, 256-263.

Lima, G.S., Nobre, R.G., Gheyi, H.R., Soares, L.A.A., & Silva, A.O. (2014). Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Engenharia Agrícola*, 34(5): 854-866.

Mateus, N.B., Barbin, D., & Conagin, A. (2001). Viabilidade de uso do delineamento composto central. *Acta Scientiarum*, 23(6): 1537-1546.

Miura, K., & Tada, Y. (2014). Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. *Frontiers in Plant Science*, 5: 4.

Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59(1): 651-681.

Nóbrega, J.S., Figueiredo, F.R.A., Nascimento, R.G.S., Bruno, R.L.A., Alves, E.U., & Cavalcante, L.F. (2018). Qualidade fisiológica de sementes de melão pepino sob salinidade crescente da água de irrigação. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(4): 1011-1018.

Pereira, A.S., Shitsuka, D. M., Parreira, F.J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFMS. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1). Acesso em: 28 março 2020.

Ribeiro, J.E.S., Sousa, L.V., Silva, T.I., Nóbrega, J.S., Figueiredo, F.R.A., Bruno, R.L.A., Dias, T.J., & Albuquerque, M.B. (2020). *Citrullus lanatus* morphophysiological responses to the combination of salicylic acid and salinity stress. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 15(1): e6638.

Silva, A.R.A., Bezerra, F.M.L., Lacerda, C.F., Sousa, C.H.C., & Chagas, K.L. (2016). Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresse hídrico e salino. *Revista Agro@ambiente On-line*, 10(4): 317-325.

Silva, T.I., Alves, A.C.L., Azevedo, F.R., Marco, C.M., Santos, H.R., & Azevedo, R. (2017). Larvicide activity of essential oils on *Aedes aegypti* L. (Díptera: Culicidae). *Idesia*, 35(2): 63-70.

Silva, T.I., Nóbrega, J.S., Figueiredo, F.R.A., Sousa, L.V., Ribeiro, J.E.S., Bruno, R.L.A., Dias, T.J., & Albuquerque, M.B. (2018). *Ocimum basilicum* L. seeds quality as submitted to saline stress and salicylic acid. *Journal of Agricultural Science*, 10(5): 159-166.

Sing, A.S. & Lal, E.P. (2019). Impact of organic liquid formulation, jeevamrutha on photosynthetic pigments of *Ocimum basilicum* L. (sweet basil) under nacl induced salinity stress. *Plant Archives*, 19:1997-2001.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I.M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. Porto Alegre: Artmed. 858 p.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Jackson Silva Nóbrega – 20%

Riselane de Lucena Alcântara Bruno – 15%

Francisco Romário Andrade Figueiredo – 15%

Toshik Iarley da Silva – 10%

Reynaldo Teodoro de Fátima – 10%

João Everthon da Silva Ribeiro – 10%

Jean Telvio Andrade Ferreira – 10%

Rodrigo Garcia da Silva Nascimento – 10%