



# I WORKSHOP DE HORTICULTURA NO SEMIÁRIDO & VIII SEMANA DE AGRONOMIA 02 a 06 de setembro de 2024

## Índices de clorofila da moringa irrigada com água salina e uso de bioestimulante

Micaela Benigna PEREIRA<sup>1</sup>; Jean Telvio Andrade FERREIRA<sup>2</sup>; Reynaldo Teodoro de FATIMA<sup>1</sup>; Jackson Silva NOBREGA<sup>1</sup>; Antônio Carlos de Sena RODRIGUES<sup>1</sup>; Kilson Pinheiro Lopes<sup>1</sup>

I Workshop de Horticultura no Semiárido & VIII Semana de Agronomia

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil  
[micaelabp.fg@gmail.com](mailto:micaelabp.fg@gmail.com)

**RESUMO:** Os efeitos da salinidade podem ocasionar impactos negativos no desenvolvimento e no crescimento das plantas devido ao estresse osmótico, desequilíbrio nutricional e estresse oxidativo. Diante dessa problemática, o uso de reguladores de crescimento tem sido empregado como técnica para aumentar a tolerância das plantas a estresses. Objetivou-se com o desenvolvimento desse trabalho analisar a eficiência fotoquímica da moringa irrigada com água salina, em associação com a aplicação de bioestimulante. O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, obtidos através da matriz Composto Central de Box, com cinco condutividade elétrica da água de irrigação - CE<sub>ai</sub> (0,5; 1,88; 5,25; 8,62 e 10,0 dS m<sup>-1</sup>) e cinco concentrações de bioestimulante (0,0; 1,02; 3,5; 5,98; 7,0 ml L<sup>-1</sup>) aplicado via foliar. As análises realizadas foram índices de clorofila *a*, *b*, total e razão clorofila *a/b*. Concluiu-se que a salinidade da água de irrigação reduz a eficiência fotoquímica da moringa e a aplicação de bioestimulante estimula positivamente os índices de clorofila *b* e a razão clorofila *a/b*.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Moringa oleifera*; estresse salino; reguladores de crescimento.

### INTRODUÇÃO

A *moringa oleifera* Lam., da família Moringaceae, é uma espécie arbórea tropical de crescimento rápido, possui aplicabilidade desde a medicina, por suas propriedades anti-inflamatórias, antipiréticos, diuréticos, anti-hipertensivos e antioxidantes, até uso na alimentação humana e animal, e outros (AL DAYEL, EL SHERIF, 2021; ARIF et al., 2023).

Um dos fatores que pode reduzir a ampliação de cultivos da espécie é a salinidade, seja ela dos solos ou da água de irrigação. Isso pode ocorrer em particular nas regiões semiáridas onde os índices pluviométricos são baixos, e outros fatores como drenagem insuficiente e a utilização de água de baixa qualidade induzem a formação de solos com concentração de sais (PEDROTTI et al., 2015).

Os efeitos da salinidade podem ocasionar impactos negativos nas plantas devido ao estresse osmótico, desequilíbrio nutricional e estresse oxidativo (LIANG et al., 2018). Esse conjunto de fatores, acaba interferindo nos processos fisiológicos da planta através de alterações na atividade enzimática, condutância estomática e distúrbio na permeabilidade da membrana (VERSLUES et al., 2006), afetando por exemplo as trocas gasosas, transpiração, fotossíntese, resultando com isso uma redução no acúmulo de biomassa pela planta (LEITE et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2017)

O uso de reguladores de crescimento tem sido empregado como técnica para aumentar a tolerância das plantas a estresses. Os bioestimulantes ou hormônios vegetais promovem, inibem ou modificam processos fisiológicos do vegetal (KORDI et al., 2013). Dentre os mecanismos ativados por esses relata-se a modulação de enzimas. Em condições de estresse salino e/ou hídrico, esses agentes atuam protegendo a integridade das membranas de DNA e RNA, a partir da sinalização e regulação de genes associados à defesa vegetal (FEITOSA et al., 2016) essas ações acabam beneficiando o desenvolvimento das plantas em meios de estresse.

Diante disso, objetivou-se analisar os índices de clorofila de plantas de moringa irrigada com água salina e uso de bioestimulante.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido, no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil. Coordenadas geográficas 6° 58' 00" S e 35° 41' 00" W com altitude de 575 m. O clima da região, conforme a classificação de Köppen é do tipo As', que significa verão seco e quente e chuvas no inverno (ALVARES et al., 2013). A temperatura média observada durante a condução do experimento foi de 27,5 °C, com variações para a máxima e mínima temperatura se situando entre 36,2 e 18,8°C, respectivamente,

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e duas plantas por parcela, obtidos através da matriz Composto Central de Box (MATEUS et al., 2001) com cinco condutividade elétrica da água de irrigação - CEai (0,50; 1,88; 5,25; 8,62 e 10,00 dS m<sup>-1</sup>) e cinco concentrações de bioestimulante via foliar – bio (0,00; 1,02; 3,50; 5,98, 7,00 ml L<sup>-1</sup>).

As mudas foram produzidas a partir de sementes obtidas de plantas matrizes sadias e livres do ataque de pragas, localizadas no município de Areia-PB. As sementes foram semeadas em sacos de poliestileno de cor preta com capacidade de 1,2 dm<sup>-3</sup>, preenchidas com substrato formado por 85% de solo do tipo Latossolo, 10% de areia fina lavada e 5% de esterco bovino em base de volume.

O substrato foi analisado seguindo as metodologias proposta por Embrapa (2018) e Richards (1954), valores: Física - areia 639 g kg<sup>-1</sup>; silte 227 g kg<sup>-1</sup>; argila 134 g kg<sup>-1</sup>; classe textural franco arenoso. Química - pH em água (1: 2,5) 7,00; P 146,32 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> 633, 29 mg dm<sup>-3</sup>; Na<sup>+</sup> 0,27 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>+3</sup> 0,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup>+Al<sup>+3</sup> 2,84 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>+2</sup> 5,53 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>+2</sup> 1,70 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; soma de bases 9,12 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; capacidade de troca catiônica 11,96 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica 26,69 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Salinidade – pH 7,30; CEes 2,73 dS m<sup>-1</sup>; SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> 1,02 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Ca<sup>+2</sup> 16,00 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Mg<sup>+2</sup> 16,75 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> 6,90 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> 0,00 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; HCO<sub>3</sub><sup>-2</sup> 40,00 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Cl<sup>-</sup> 30,00 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Na<sup>+</sup> 0,89 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Relação de adsorção de sódio 0,94 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Percentagem de sódio trocável 2,25%, classificado não salino.

A condutividade elétrica de cada água de irrigação (CEai) acima de 0,5 dS m<sup>-1</sup> foi obtida através da diluição de cloreto de sódio (NaCl) com a água do sistema de abastecimento (0,5 dS m<sup>-1</sup>), usando condutivímetro portátil modelo microprocessado Instrutherm® (modelo CD-860). Os valores da condutividade elétrica da água de irrigação foram selecionados com base em Oliveira et al. (2013), que registraram efeitos inibidores da salinidade em mudas de moringa irrigadas com águas de CEai de 0,5 a 5,0 dS m<sup>-1</sup>.

A irrigação foi realizada diariamente com o início da aplicação das águas salinas aos 10 dias após a emergência (DAE), sendo o volume aplicado estabelecido pelo método de lisimetria de drenagem, a partir da diferença entre a quantidade aplicada e drenada, de modo a manter a umidade do substrato ao nível da capacidade de campo. O bioestimulante utilizado foi o Stimulate®, composto por 0,005% do ácido indolbutírico (auxina), 0,009% de cinetina (citocinina) e 0,005% do ácido giberélico (giberelina).

Aos 60 DAE foram feitas as análises de índices de clorofila *a*, *b*, total e razão clorofila *a/b* foram obtidos utilizando clorofilômetro portátil (ClorofiLOG®, modelo CFL 1030, Porto Alegre, RS), com os valores dimensionados em índice de clorofila Falker (ICF). Os dados foram submetidos a análise de variância e de regressão, utilizando-se o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2017).

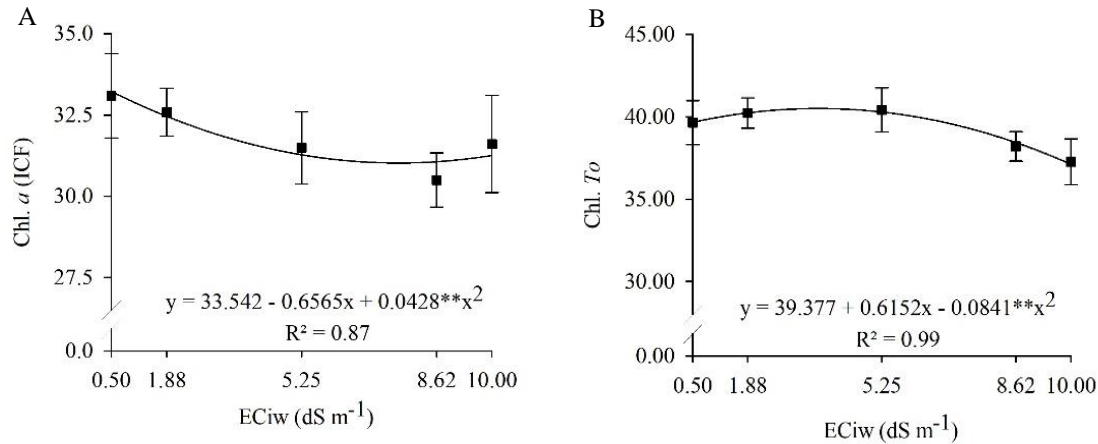
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar que os índices de clorofila *a* e total foram influenciados pela salinidade da água de irrigação (Figura 1 A e B). Efeitos isolados ocasionados pelo bioestimulante foram observados sobre as variáveis clorofila *b* e razão clorofila *a/b* (Figura 2 A e B).

Os teores de clorofila *a* reduziram com o aumento dos níveis salino, apresentando declínio de 5,9%, na CEai de 10,0 dS m<sup>-1</sup>, já para a clorofila total houve efeito quadrático, ocorrendo um acréscimo de 2% na CEai de 3,6 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente em relação ao tratamento controle (0,5 dS m<sup>-1</sup>), mas esse passou a reduzir com o aumento da CEai (Figura 1 A e B). A redução observada nos teores de clorofila como ocorrido para a clorofila *a* geralmente ocorre em plantas que se desenvolvem em meios salinos, pois a concentração de sais acaba afetando a sua atividade fotossintética (MENDONÇA et al., 2010; SILVA et al., 2016). Essa redução ocorre devido ao aumento da enzima clorofilase, a qual degrada as moléculas desse pigmento (FREIRE et al., 2013). Quanto ao aumento para a clorofila total, comportamento semelhante foi observado por Diniz Neto et al. (2014), os quais constataram que em níveis de salinidade acima de 2,67 dS m<sup>-1</sup> a produção de clorofila total de

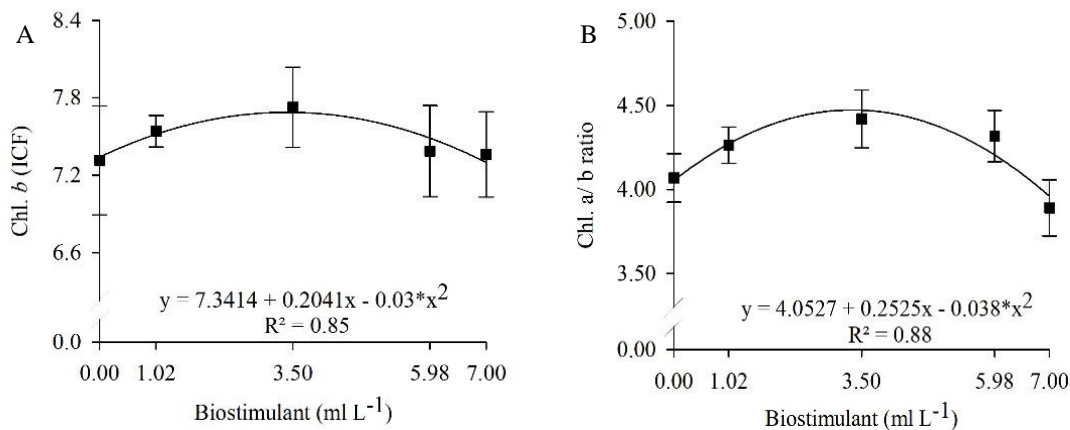
mudas de *Licania rigida* Benth aumentaram. Resultado semelhante também foi observado por Figueiredo et al. (2019) para a espécie *Erythrina velutina* Willd.

**Figura 1.** Clorofila *a* – Chl *a* (A) e clorofila total – Chl *To* (B), de moringa sob irrigação com água salina aos 60 DAE.



Com relação aos efeitos do bioestimulante, para os teores de clorofila *b* e razão clorofila *a/b* da moringa houve efeito quadrático (Figura 2 A e B), onde quantificou-se um aumento de 4,7% e de 10,3% até as concentrações de 3,4 ml L<sup>-1</sup> e 3,3 ml L<sup>-1</sup>, respectivamente, quando comparado as plantas sobre tratamento controle (ml L<sup>-1</sup>), passando a reduzir com o aumento das concentrações do bioestimulante. Para os teores de clorofila *b*, Sousa (2019) também relatou aumento em função da aplicação de bioestimulante para o *Ocimum basilicum* L.

**Figura 2.** Clorofila *b* – Chl *b* (A), relação clorofila *a/b* (B) de moringa sob irrigação com água salina aos 60 DAE.



Taiz et al. (2017) relatam que as respostas das plantas dependem dentre outros fatores das concentrações dos hormônios vegetais, pois os hormônios vegetais ou bioestimulantes desempenham um papel importante na transformação e em mudanças de expressão gênica necessárias para adaptação das plantas a condições ambientais desfavoráveis. Esses compostos atuam nos mecanismos de defesa da planta e no seu processo de fotossíntese e de genes de proteínas envolvidas na homeostase e acúmulo de espécies reativas de oxigênio no apoplasto de plantas sob estresse salino, reduzindo o efeito promovido pelo excesso de sais (SHARMA et al., 2017; CSISZÁR et al., 2018).

## CONCLUSÕES

A salinidade da água de irrigação reduz a eficiência fotoquímica da moringa nas condições em que a pesquisa foi realizada. A aplicação de bioestimulante estimula positivamente os índices de clorofila *b* e razão clorofila *a/b* da moringa.

## REFERÊNCIAS

- AL DAYEL, M. F.; EL SHERIF, F. Evaluation of the effects of *Chlorella vulgaris*, *Nannochloropsis salina*, and *Enterobacter cloacae* on growth, yield and active compound compositions of *Moringa oleifera* under salinity stress. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v.28, n.3, p.1687–1696, 2021.
- ALVARES, 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.
- ARIF, Y.; BAJGUZ, A.; HAYAT, S. *Moringa oleifera* extract as a natural plant bioestimulant. *Journal of Plant Growth Regulation*, v.42, p.1291-1306, 2023.
- CSISZÁR, J.; BRUNNER, S.; HORVÁTH, E.; BELA, K.; KÖDMÖN, P.; RIYAZUDDIN, R. GALLÉ, A.; HURTON, A.; PAPDI, C.; SZABADDOS, L.; TARI, I. Exogenously applied salicylic acid maintains redox homeostasis in salt-stressed *Arabidopsis* gr1 mutants expressing cytosolic roGFP1. *Plant Growth Regulation*, p. 1-14, 2018.
- DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, J. C. A.; E. C. S. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.18, n.1, p.10-18, 2014.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5.ed. Brasília: Embrapa, 2018. 353p.
- FEITOSA, S. S.; ALBUQUERQUE, M. B.; OLIVEIRA, A. P.; PEREIRA, W. E.; BRITO NETO, J. F. Fisiologia do *Sesamum indicum* L. sob estresse hídrico e aplicação de ácido salicílico. *Irriga*, v.21, n.4, p.711-723, 2016.
- FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, R.; REBEQUI, A. M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, v.36, n.1, p.57-70, 2013.
- LEITE, K. N. Emergence and biomass accumulation in seedlings of rice cultivars irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.22, n.7, p.471-475, 2018.
- LIANG, W.; MA, X.; WAN, P.; LIU, L. Plant salt-tolerance mechanism: A review, Elsevier B.V., 2018.
- MATEUS, N. B.; BARBIN, D.; CONAGIN, A. Viabilidade de uso do delineamento composto central. *Acta Scientiarum*, v.23, n.6, p. 1537-1546, 2001.
- MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G. Características fisiológicas de mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas a estresse salino. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.20, n.2, p.255-267, 2010.
- OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. A. T.; LIMA, L. A.; ALVES, R. C.; RÉGIS, L. R. L.; SANTOS, S. T. Estresse salino e biorregulador vegetal em feijão caupi. *Irriga*, v.22, n.2, p.314-329, 2017.
- PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v.19, n.2, p.1308-1324, 2015.
- RICHARDS L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *Agric. Handbook 60*, USDA, Washington D.C. 160p. 1954.
- SHARMA, M.; GUPTA, S. K.; MAJUMDER, B.; MAURYA, V. K.; DEEBA, F.; ALAM, A.; PANDEY, V. Salicylic acid mediated growth, physiological and proteomic responses in two wheat varieties under drought stress. *Journal of Proteomics*, v.163, p.28-51, 2017.
- SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; SOUSA, C. H. C.; CHAGAS, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. *Revista Agroambiente On-line*, v.10, n.4, p.317-325, 2016.
- SOUSA, L. V. D. Estresse salino e bioestimulante vegetal no crescimento, produção e fisiologia do manjeriço. 2019. 57 p. Trabalho de Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. A.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.