

CRESCIMENTO DE GRAVIOLEIRA SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO FOLIAR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

JESSICA DAYANNE CAPITULINO¹, CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO², GEOVANI SOARES DE LIMA², THIAGO FILIPE DE LIMA ARRUDA³, VITÓRIA DANTAS DE SOUSA⁴

¹Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, capitulinoj@hotmail.com

²Dr. Professor, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, cveiradeazevedo@gmail.com; geovani.soares@cnpq.br

³Mestrando em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, thiago.filipe.la@gmail.com

⁴Graduanda em Engenharia Agrícola, UAEA/UFCG, Campina Grande-PB, vitória.dantas@estudante.ufcg.br

RESUMO: O excesso de sais pode reduzir o potencial osmótico da solução do solo, o que limita a disponibilidade de água, resultando na redução no crescimento das plantas. Por sua vez, a aclimação ao estresse, com a aplicação de peróxido de hidrogênio pode induzir alterações metabólicas nas plantas que serão responsáveis por aumentar sua tolerância ao estresse, possibilitando o uso de água salina para irrigação. Dessa forma, objetivou-se com essa pesquisa, avaliar o crescimento de plantas de gravioleira cv. Morada Nova sob estresse salino e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 4×4 , correspondendo a quatro valores de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,8, 1,6, 2,4, e 3,2 dS m⁻¹) e quatro concentrações de peróxido de hidrogênio – H₂O₂ (0, 10, 20 e 30 µM) com três repetições, perfazendo 48 unidades experimentais. O aumento da salinidade da água de irrigação a partir de 0,8 dSm⁻¹ inibiu o crescimento de plantas de gravioleira, aos 370 dias após o transplante. A aplicação exógena de 20 µM de H₂O₂ reduziu os efeitos deletérios da salinidade no diâmetro do caule em plantas de graviola irrigadas com CEa de 1,6 dS m⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona muricata* L., salinidade, aclimação

GROWTH OF GRAVIOLEIRA UNDER SALINE STRESS AND FOLIAR APPLICATION OF HYDROGEN PEROXIDE

ABSTRACT: Excess salts can reduce the osmotic potential of the soil solution, which limits water availability, resulting in reduced photosynthetic activity and plant growth. In turn, acclimatization to stress with the application of hydrogen peroxide can cause metabolic changes in plants that will be responsible for increasing their tolerance to a new exposure to stress, allowing the use of saline water for irrigation. Thus, the objective of this research was to evaluate the growth of soursop plants cv. Morada Nova under saline stress and foliar application of hydrogen peroxide. The design used was a randomized block design in a 4×4 factorial scheme, corresponding to four values of electrical conductivity of irrigation water – EC_w (0.8, 1.6, 2.4, and 3.2 dS m⁻¹) and four doses of hydrogen peroxide – H₂O₂ (0, 10, 20 and 30 µM) with three replications, totaling 48 experimental units. The increase in irrigation water salinity from 0.8 dSm⁻¹ inhibits the growth of soursop plants at 370 days after transplanting. The exogenous application of 20 µM of H₂O₂ reduced the deleterious effects of salinity on stem diameter in soursop plants irrigated with EC_w of 1.6 dS m⁻¹.

KEYWORDS: *Annona muricata* L., salinity, acclimatization

INTRODUÇÃO

A produção de gravioleira vem se destacando devido seu potencial de comercialização nos mercados interno e externo, devido ao valor nutricional dos seus frutos, que além de ser consumido fresco ou processado, possui propriedades medicinais (Freitas et al., 2013). Por sua vez, a região nordeste do Brasil é a maior produtora, sendo o estado da Bahia o maior produtor (4,509 mil toneladas) (Censo Agro, 2017).

O cultivo de gravioleira surge como uma atividade promissora, pois seus frutos de sabor e aroma agradáveis podem ser consumidos ao natural, na forma de sucos, polpas, doces e sorvetes, além

do seu uso medicinal, visto que partes da graviroleira (cascas, raízes, folhas, polpa e sementes) são ricas em compostos bioativos, sendo desta forma, utilizadas por doentes cancerígenos como tratamento alternativo (Daddiouaissa & Amid 2018).

Porém, a salinidade da água e/ou do solo é um dos principais fatores que limitam a produção agrícola mundial, especialmente em regiões semiáridas, visto que, o excesso de sais dificulta a absorção de água e nutrientes pelas plantas devido à ocorrência da redução do potencial do solo, afetando assim, o crescimento e desenvolvimento das plantas (Scudeiro et al., 2016; Silva et al., 2021).

Uma alternativa para minimizar os efeitos da salinidade nas plantas é a aplicação de atenuantes, como o peróxido de hidrogênio peróxido (H₂O₂). Quando submetida a um pré-tratamento com concentrações adequadas de H₂O₂, as plantas sofrem alterações em seu metabolismo, através da ativação do sistema de defesa antioxidante enzimático e não enzimático, conferindo-lhes maior tolerância a estresses abióticos, como a salinidade (Silva et al., 2019; Veloso et al., 2022). De forma similar, Gondim et al. (2011) destaca que o processo de aclimação a determinadas condições de estresse se constitui numa alternativa para aumentar a capacidade de sobrevivência das plantas a condições adversas.

Assim, objetivou-se com essa pesquisa, avaliar o crescimento de plantas de graviroleira cv. Morada Nova submetidas a irrigação com águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio como atenuante ao estresse.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o período de abril de 2020 a abril de 2021 sob condições de casa de vegetação, pertencente à Unidade acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, PB, localizado pelas coordenadas locais 07°15'18'' latitude S, 35°52'28'' de longitude O e altitude média de 550 m.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 4 × 4, cujos tratamentos foram constituídos da combinação entre dois fatores: quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 dS m⁻¹) associados a quatro concentrações de peróxido de hidrogênio – H₂O₂ (0, 10, 20 e 30 μM) com três repetições e uma planta por parcela perfazendo o total de quarenta e oito unidades experimentais.

Os níveis salinos das águas foram estabelecidos baseando-se em estudo desenvolvido por Silva et al. (2019). Já as concentrações de peróxido de hidrogênio foram determinadas a partir de estudo desenvolvido por Veloso et al. (2020).

As águas de irrigação com diferentes condutividade foram preparadas dissolvendo-se os sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e sais de MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente de 7:2:1, respectivamente, utilizando-se água de abastecimento (CEa = 0,38 dS m⁻¹) de Campina Grande, PB. As águas de irrigação foram preparadas considerando a relação entre CEa e a soma de cátions (mmolc L⁻¹ = 10 × CEa), extraída de Richards (1954).

Foram utilizados recipientes com capacidade de 200 L adaptados como lisímetros de drenagem. O preenchimento dos lisímetros foi realizado colocando-se uma camada de 1 kg de brita tipo zero, seguido de 250 kg de um Neossolo Regolítico (Entisol) de textura franco-arenosa (profundidade 0-20 cm), devidamente destorroado e proveniente da zona rural do município de Riachão de Bacamarte, PB, cujas características químicas e físicas (Tabela 1) foram obtidas conforme Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento

| Características químicas | | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|---|------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------|
| pH H ₂ O | M.O. | P | K ⁺ | Na ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | H ⁺ |
| 1:2,5 | g dm ⁻³ | mg dm ⁻³ |cmole kg ⁻¹ | | | | | |
| 6,5 | 8,1 | 79 | 0,24 | 0,51 | 14,9 | 5,4 | 0 | 0,9 |
|Características químicas..... | | | |Características físicas..... | | | | |
| CE _{es} | CTC | RAS | PST | Fração granulométrica (g kg ⁻¹) | | | Umidade (dag kg ⁻¹) | |
| dS m ⁻¹ | cmolc kg ⁻¹ | (mmol L ⁻¹) ^{0,5} | % | Areia | Silte | Argila | 33,42 kPa ¹ | 1519,5 kPa ² |
| 2,15 | 16,54 | 0,16 | 3,08 | 572,7 | 100,7 | 326,6 | 25,91 | 12,96 |

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE_{es} - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de

sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; 1,2 referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente

Antes do transplântio das mudas, elevou-se o teor de umidade do solo até alcançar a capacidade máxima de retenção de água. A irrigação foi realizada, diariamente, às 17 horas, sendo o volume de água a ser aplicado em cada lisímetro determinado pela lisimetria de drenagem.

A aplicação do peróxido de hidrogênio deu-se através de um pulverizador costal, aplicando-se via foliar no período da tarde para obter o maior aproveitamento na absorção da solução aplicada, isolando as plantas individualmente a fim de evitar a deriva.

Realizou-se a adubação com nitrogênio, potássio e fósforo, de acordo com recomendação de Cavalcanti (2008), aplicando-se 100, 60 e 40 g por planta de N, P₂O₅ e K₂O. Como fontes foram utilizadas a ureia (45% de N), o cloreto de potássio (60% de K₂O) e o monoamônio fosfato (50% de P₂O₅ e 11% de N). As adubações tiveram início aos 30 DAT e foram realizadas em aplicações quinzenais. Os tratamentos culturais no controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram feitos de acordo com a necessidade da cultura.

Aos 370 dias após o transplântio, avaliaram-se os efeitos dos tratamentos sobre o crescimento, através da altura de copa, diâmetro de copa, diâmetro de caule e índice de vigor vegetativo. A altura de copa foi medida com auxílio de uma fita métrica. Já o diâmetro de caule foi determinado com o auxílio de um paquímetro digital. Obteve-se o V_{Copa} e o IVV, seguindo a metodologia de Portella et al. (2016).

Os dados foram submetidos à distribuição de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) ao nível de probabilidade de 0,05. A análise de variância foi realizada em 0,05 e nível de probabilidade de 0,01 e, em casos de significância, foi realizada análise de regressão linear e quadrática utilizando o programa estatístico SISVAR-ESAL (Ferreira, 2019). Em caso de significância de interação entre fatores (NS × H₂O₂) o software TableCurve 3D foi usado para construir as superfícies de resposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo da interação entre os níveis de salinidade da água de irrigação e as concentrações de peróxido de hidrogênio sobre as variáveis de crescimento aos 370 DAT (Tabela 2). As concentrações de peróxido de hidrogênio influenciaram o diâmetro de caule. Observa-se efeito significativo dos níveis de salinidade da água de irrigação para a altura de copa, volume de copa e diâmetro de caule.

Tabela 2. Resumo da análise de variância referente à altura de copa (H_{Copa}), volume de copa (V_{Copa}), diâmetro de caule (DC) e índice de vigor vegetativo (IVV) de plantas de gravioleira cv. Morada Nova irrigadas com águas salinas e submetidas à aplicação foliar de peróxido de hidrogênio, aos 370 dias após o transplântio.

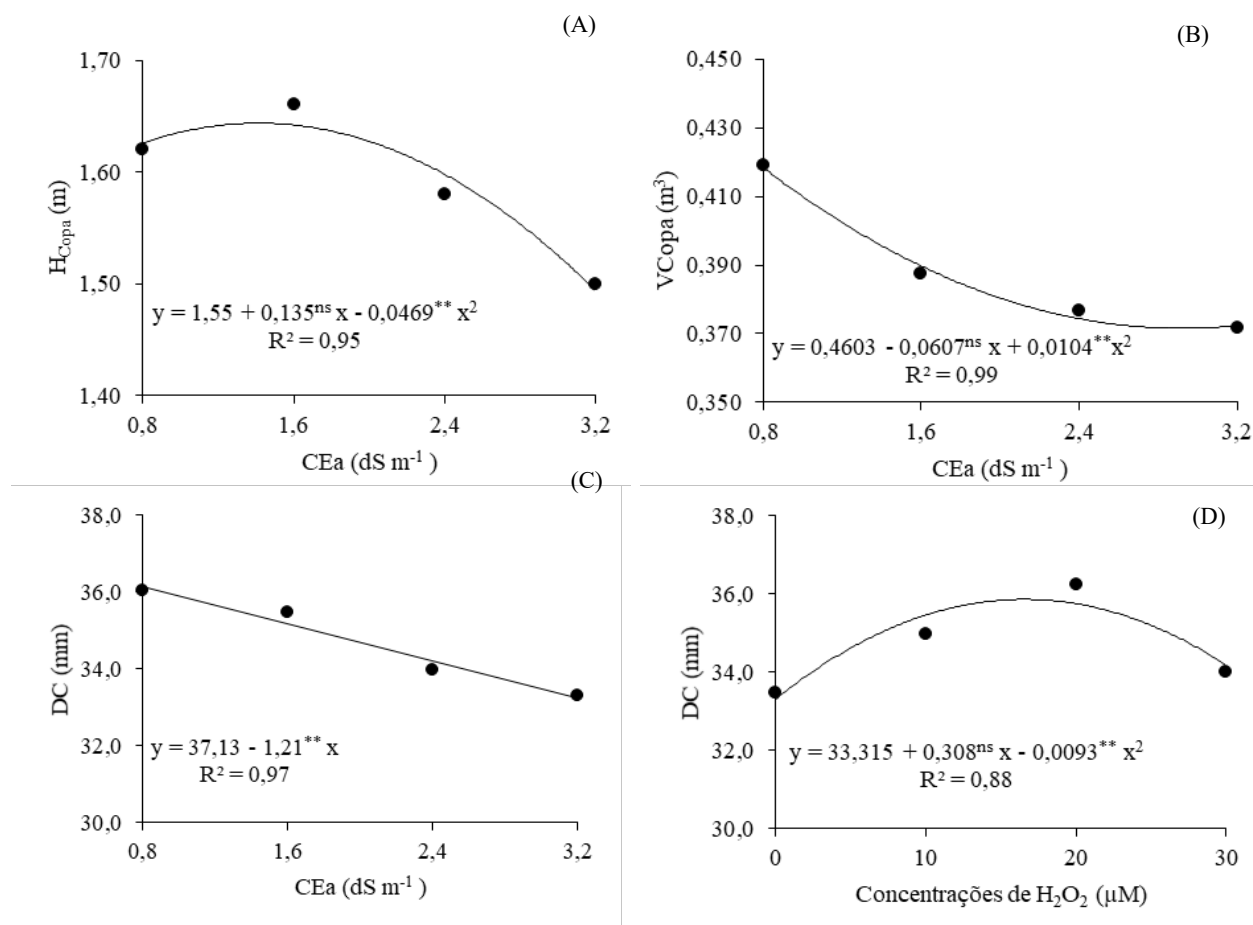
| Fonte de Variação | GL | Quadrados Médios | | | |
|---|----|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| | | H _{Copa} | V _{Copa} | DC | IVV |
| Níveis salinos (NS) | 4 | 0,03963** | 0,00652** | 18,7322** | 0,00008 ^{ns} |
| Regressão linear | 1 | 0,11310 ^{ns} | 0,012470 ^{ns} | 2,3676* | 0,00002 ^{ns} |
| Regressão quadrática | 1 | 0,04114** | 0,002852** | 52,166 ^{ns} | 0,00008 ^{ns} |
| Peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂) | 4 | 0,00465 ^{ns} | 0,002426 ^{ns} | 17,5702** | 0,00014 ^{ns} |
| Regressão linear | 1 | 0,00001 ^{ns} | 0,003929 ^{ns} | 5,0112 ^{ns} | 0,00007 ^{ns} |
| Regressão quadrática | 1 | 0,00091 ^{ns} | 0,002269 ^{ns} | 41,218** | 0,00033 ^{ns} |
| Interação (NS x H ₂ O ₂) | 16 | 0,01817 ^{ns} | 0,026872 ^{ns} | 15,206 ^{ns} | 0,00006 ^{ns} |
| Blocos | 3 | 0,00380 ^{ns} | 0,006077 ^{ns} | 1,3226 ^{ns} | 0,00001 ^{ns} |
| Resíduo | 30 | 0,00499 | 0,000822 | 1,5708 | 0,00001 |
| CV (%) | | 4,43 | 7,35 | 3,61 | 2,74 |

GL= graus de liberdade; ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a p ≤ 0,01 e a p ≤ 0,05.

A altura de copa (H_{Copa}) e o volume de copa (V_{Copa}) das plantas de gravioleira foram afetados significativamente pela salinidade da água de irrigação (Figura 1A e 1B), onde o aumento da CEa proporcionou efeito quadrático para a H_{Copa} e V_{Copa}, sendo os valores máximos (1,64 m e 0,42 m³) alcançados quando as plantas foram submetidas a irrigação com água de 1,6 e 0,8 dSm⁻¹, respectivamente, para H_{Copa} e V_{Copa}. Reduções no crescimento das plantas ocorre devido o estresse

osmótico e iônico, causados pelo excesso de sais no solo/água pode impedir a expansão e o crescimento dos tecidos, bem como ocasionar desequilíbrios nutricionais e estresse oxidativo (Haghighi et al., 2022).

Figura 1. Altura de copa - H_{Copa} (A), volume de copa - V_{Copa} (B), diâmetro de caule – DC (C) das plantas de gravioleira cv. Morada Nova, em função dos níveis de CEa e diâmetro de caule – DC (D) em função das concentrações de peróxido hidrogênio - H_2O_2 , aos 370 dias após o transplantio.



** : Significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F.

O diâmetro de caule foi reduzido linearmente com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 1C), em 3,2% por unidade de aumento em CEa. Observou-se uma redução de 8,03% quando se comparou o DC de plantas irrigadas com água de maior salinidade (3,2 dS m⁻¹) com o de plantas cultivadas sob o menor nível de salinidade (0,8 dS m⁻¹).

As concentrações de peróxido de hidrogênio influenciaram o DC da graviola (Figura 1D). As plantas submetidas à concentração de 20 µM destacaram-se com o maior valor de DC (35,75 mm). Resultado similar, encontrado por Veloso et al. (2020), onde a aplicação exógena de 20 µM de H_2O_2 reduziu os efeitos deletérios da salinidade no diâmetro do caule do porta-enxerto e do enxerto em plantas de graviola irrigadas com CEa de 1,6 dS m⁻¹.

CONCLUSÃO

O aumento da salinidade da água de irrigação a partir de 0,8 dSm⁻¹ inibe o crescimento das plantas de gravioleira aos 370 dias após o transplantio.

A aplicação exógena de 20 µM de H_2O_2 reduz os efeitos deletérios da salinidade no diâmetro do caule do porta-enxerto e do enxerto em plantas de graviola irrigadas com água de 1,6 dS m⁻¹.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Bagheri, M.; Gholami, M.; Baninasab, B. Hydrogen peroxide-induced salt tolerance in relation to antioxidant systems in pistachio seedlings. *Scientia Horticulturae*, v.243, n.1, p.207-213, 2019.
- Cavalcanti, F. J. A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2. Aproximação. 3. ed. Recife: IPA. 2018. 212 p.
- Censo Agropecuário. Resultados preliminares. 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76303> Acesso em: julho de 2022.
- Daddiucussa, D & Amid, A. Anticancer activity acetogenins from *Annona muricata* fruit. *The International Medical Journal Malaysia*, v.17, n.1, p.103-112, 2018.
- Ferreira, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v.37, n.1, p.529-535, 2019.
- Freitas, A. L. G. E. de; Vilas Boas, F. S.; Pires, M. de M.; São José, A. R. Caracterização da produção e do mercado da graviola (*Annona muricata* L.) no estado da Bahia. *Informações Econômicas*, v.43, p.23-34, 2013.
- Gondim, F. A.; Gomes Filho, E.; Marques, E. C.; Prisco, J. T. Efeitos do H₂O₂ no crescimento e acúmulo de solutos em plantas de milho sob estresse salino. *Revista Ciências Agrônômica*, v.42, n.2, p.373-38, 2011.
- Haghighi, M.; Shokoh, G.; Abolghasemi, R.; Kappel, N. CO₂ enrichment changed metabolism of tomatoes under salinity stress. *Scientia Horticulturae*, v.305, n.1, p.111412, 2022.
- Portella, C. R.; Marinho, C. S.; Amaral, B. D.; Carvalho, W. S. G.; Campos, G. S.; Silva, M. P. S.; Sousa, M. C. Desempenho de cultivares de citros enxertados sobre o trifoliato 'Flying Dragon' e limoeiro 'Cravo' em fase de formação do pomar. *Bragantia*, v.1, n.1, p.70-75, 2016.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954.
- Silva, A. A. R.; Capitulino, J. D.; Lima, G. S.; Azevedo, C. A. V.; Veloso, L. L. S. A. Tolerance to salt stress in soursop seedlings under different methods of H₂O₂ application. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 52, n.1, p. e20207107-e20207107, 2021.
- Silva, A. A. R.; Lima, G. S. de.; Azevedo, C. V. de.; Veloso, L. L. S.; Capitulino, J. D.; Gheyi, H. R. Induction of tolerance to salt stress in soursop seedlings using hydrogen peroxide. *Comunicata Scientiae*, v.10, p.484-490, 2019.
- Scudiero, E.; Skaggs, T. H.; Corwin, D. L. Comparative regional-scale soil salinity assessment with near-ground apparent electrical conductivity and remote sensing canopy reflectance. *Ecological Indicators*, v. 70, n. 1, p. 276-284, 2016.
- Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (org.) Manual de métodos de análise de solo. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.
- Veloso, L. L. S. A.; Silva, A. A. R.; Lima, G. S.; Azevedo, C. A. V.; Gheyi, H. R.; Moreira, R. C. L. Growth and gas exchange of soursop under salt stress and hydrogen peroxide application. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.26, n.1, p.119-125, 2022.
- Veloso, L. L. S.; Lima, G. S. de.; Azevedo, C. V. de.; Gomes, R. N.; Silva, A. A. R.; Capitulino, J. D.; Gheyi, H. R.; Bonifacio, B. F. Physiological changes and growth of soursop plants under irrigation with saline water and H₂O₂ in post-grafting phase. *Semina: Ciências Agrárias*, v.41, n.1, p.3023-3038, 2020.