

TAXAS DE CRESCIMENTO DE GRAVIOLEIRA SOB ESTRESSE SALINO E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE H₂O₂

André Alisson Rodrigues da Silva¹, Geovani Soares de Lima², Carlos Alberto Vieira de Azevedo³, Jessica Dayanne Capitulino⁴, Idelvan José da Silva⁵, Luana Lucas de Sá Almeida Veloso⁶

RESUMO: Objetivou-se com esse trabalho, avaliar o efeito dos métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio nas taxas de crescimento de mudas de gravioleira irrigadas com águas salinas. O estudo foi conduzido sob condições de casa de vegetação, utilizando-se de um Neossolo Regolítico Psamítico de textura franco-arenosa. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizados, no arranjo fatorial 5 x 4, cujos tratamentos resultaram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹) e quatro métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio - H₂O₂ (sem aplicação de H₂O₂, aplicação via embebição das sementes, aplicação por pulverização foliar e aplicação via embebição das sementes + pulverização foliar), com quatro repetições e duas plantas por parcela, perfazendo o total de cento e sessenta plantas. O método de aplicação de peróxido de hidrogênio por embebição das sementes minimizou o efeito do estresse salino sobre a taxa de crescimento absoluto em altura de planta e diâmetro de caule no período de 100-130 dias após a semeadura. Esse tratamento também resultou no aumento da taxa de crescimento absoluto em área foliar. O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação afetou negativamente as taxas de crescimento absoluto em área foliar das mudas de gravioleira.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona Muricata* L., Águas salinas, Peróxido de hidrogênio

SOURSOP GROWTH RATES UNDER SALINE STRESS AND H₂O₂ APPLICATION METHODS

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Rua: Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, CEP:58429-140, Campina Grande – PB, Brasil, andrealisson_cgpb@hotmail.com.

² Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

³ Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁴ Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Campina Grande, PB.

⁵ Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Campina Grande, PB

⁶ Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande/UFCG, Campina Grande, PB

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the methods of application of hydrogen peroxide in the growth rates of soursop seedlings irrigated with saline water. The study was carried out under greenhouse conditions, using a Psamitic Neosol with a sandy-loam texture. A completely randomized design was used, in the 5 x 4 factorial arrangement, whose treatments resulted from the combination of five levels of electrical conductivity of the irrigation water - CEa (0.6; 1.2; 1.8; 2.4 and 3, 0 dS m⁻¹) and four methods of applying hydrogen peroxide - H₂O₂ (without application of H₂O₂, application via seed soaking, application by leaf spray and application via seed soaking + leaf spray), with four replicates and two plants per plot, totaling one hundred and sixty plants. The method of applying hydrogen peroxide by soaking the seeds minimized the effect of salt stress on the absolute growth rate in plant height and stem diameter in the period of 100-130 days after sowing. This treatment also resulted in an increase in the absolute growth rate in leaf area. The increase in the electrical conductivity of irrigation water negatively affected the absolute growth rates in leaf area of soursop seedlings

KEYWORDS: *Annona Muricata* L., Saline waters, Hydrogen peroxide

INTRODUÇÃO

Pertencente à família das Anonáceas, a Gravioleira (*Annona muricata* L.), vem ganhando destaque no mercado nacional, devido à crescente demanda de seus frutos para o consumo *in natura* e na agroindústria, além da possibilidade de uso na indústria farmacêutica e de cosméticos (FREITAS et al., 2013).

No semiárido do nordeste brasileiro, as fontes hídricas disponíveis para a irrigação, comumente apresentam elevadas concentrações de sais resultante da alta evaporação e da baixa precipitação, o que reduz a qualidade desse recurso para a utilização na agricultura (VELOSO et al., 2018). A salinidade reduz o potencial osmótico da solução do solo, limitando a disponibilidade de água para as plantas, causando uma redução na expansão da área foliar e fechamento dos estômatos, prejudicando a fotossíntese e inibindo o crescimento das plantas (ROY et al., 2014).

Há de se considerar que as limitações do manejo de águas salinas no crescimento e desenvolvimento das plantas podem ser minimizadas com uso de peróxido de hidrogênio em concentrações adequadas, utilizado no processo de aclimação de plantas ao estresse salino (ARAGÃO et al., 2011). Apesar de existir pesquisas avaliando-se os efeitos do peróxido de hidrogênio na cultura, os estudos limitam-se apenas a aplicação de diferentes concentrações.

Neste contexto, na literatura são incipientes informações relativas ao método de aplicação de peróxido de hidrogênio durante a formação de mudas

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho, avaliar o efeito dos métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio nas taxa de crescimento de mudas de gravioleira irrigadas com águas salinas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre os meses de abril e setembro de 2019 em casa de vegetação, pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UAEEA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Campina Grande, Paraíba, nas coordenadas geográficas 7°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m.

Os tratamentos consistiram de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹) e quatro métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio - H₂O₂ (M1= sem aplicação de H₂O₂, M2= aplicação via embebição das sementes, M3= aplicação por pulverização foliar e M4= aplicação por embebição das sementes e pulverização foliar), em arranjo fatorial 5 x 4, distribuídos no delineamento inteiramente casualizados, com quatro repetições e duas plantas por parcela, perfazendo o total de cento e sessenta plantas.

No preparo das águas de irrigação foi utilizado o cloreto de sódio (NaCl), ajustando-se a concentração da água de abastecimento (0,4 dS m⁻¹) disponível no município de Campina Grande, Paraíba, considerando a relação entre CEa e a concentração de sais (mmolc L⁻¹ = 10*CEa dS m⁻¹) recomendada por Richards et al. (1954). Para condução do experimento foram utilizadas sacolas plásticas com capacidade de 2 dm³, cujo o preenchimento foi realizado colocando-se 2,6 kg de um substrato seco ao ar composto por solo (84%), areia (15%) e húmus (1%). O solo utilizado no experimento é classificado como Neossolo Regolítico (Psamments - United States, 2014), coletado na profundidade de 0-30 cm, procedente do município de Lagoa Seca-PB, cujas as características físico-químicas foram determinadas de acordo com Teixeira et al. (2017): Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Al³⁺ + H⁺ trocáveis = 2,60; 3,66; 0,16; 0,22 e 1,93 cmolc kg⁻¹, respectivamente; pH (água: solo, 1:2,5) = 5,9; CEes = 1,0 dS m⁻¹; matéria orgânica = 1,36 dag kg⁻¹; P = 6,80 mg kg⁻¹; areia, silte e argila = 732,9, 142,1, e 125,0 g kg⁻¹, respectivamente; densidade aparente = 1,39 kg dm⁻³; umidade a 33,42 e 1519,5 kPa = 11,98 e 4,32 dag kg⁻¹, respectivamente.

Antes do semeio, as sementes dos tratamentos embebição e embebição + pulverização passaram por um pré-tratamento com peróxido de hidrogênio, onde foram embebidas na concentração de 20 μM por um período de 36 horas no escuro. A concentração de peróxido de hidrogênio e o tempo de embebição foi estabelecido de acordo com um estudo desenvolvido por Veloso et al. (2020), sendo a concentração obtida por diluição de H_2O_2 em água deionizada, logo após a preparação a mesma foi armazenada em um ambiente escuro. Em seguida colocou-se três sementes de gravioleira a três centímetros de profundidade e distribuídas de forma equidistante, aos 40 dias após semeio foi realizado o desbaste, com a finalidade de se ter apenas uma planta por sacola, deixando-se a que apresentava o melhor vigor.

A adubação com nitrogênio, potássio e fósforo foi realizada em cobertura, baseando-se em recomendação contida em Novais et al. (1991). Aplicaram-se 0,58 g de ureia, 0,65 g de cloreto de potássio e 1,56 g de fosfato monoamônio, o equivalente a 100, 150 e 300 mg kg^{-1} de N, K_2O e P_2O_5 , respectivamente, aplicados em quatro aplicações iguais via fertigação, em intervalos de 15 dias, com a primeira aplicação realizada aos 15 dias após semeadura (DAS). Visando suprir a necessidade de micronutrientes, foram aplicados via foliar, aos 60, 75 e 90, 105, 120 e 135 DAS, 2,5 g L^{-1} de uma solução com a seguinte composição: Mg (1,1%); Zn (4,2%); B (0,85%); Fe (3,4%); Mn (3,2%); Cu (0,5%); Mo (0,05%).

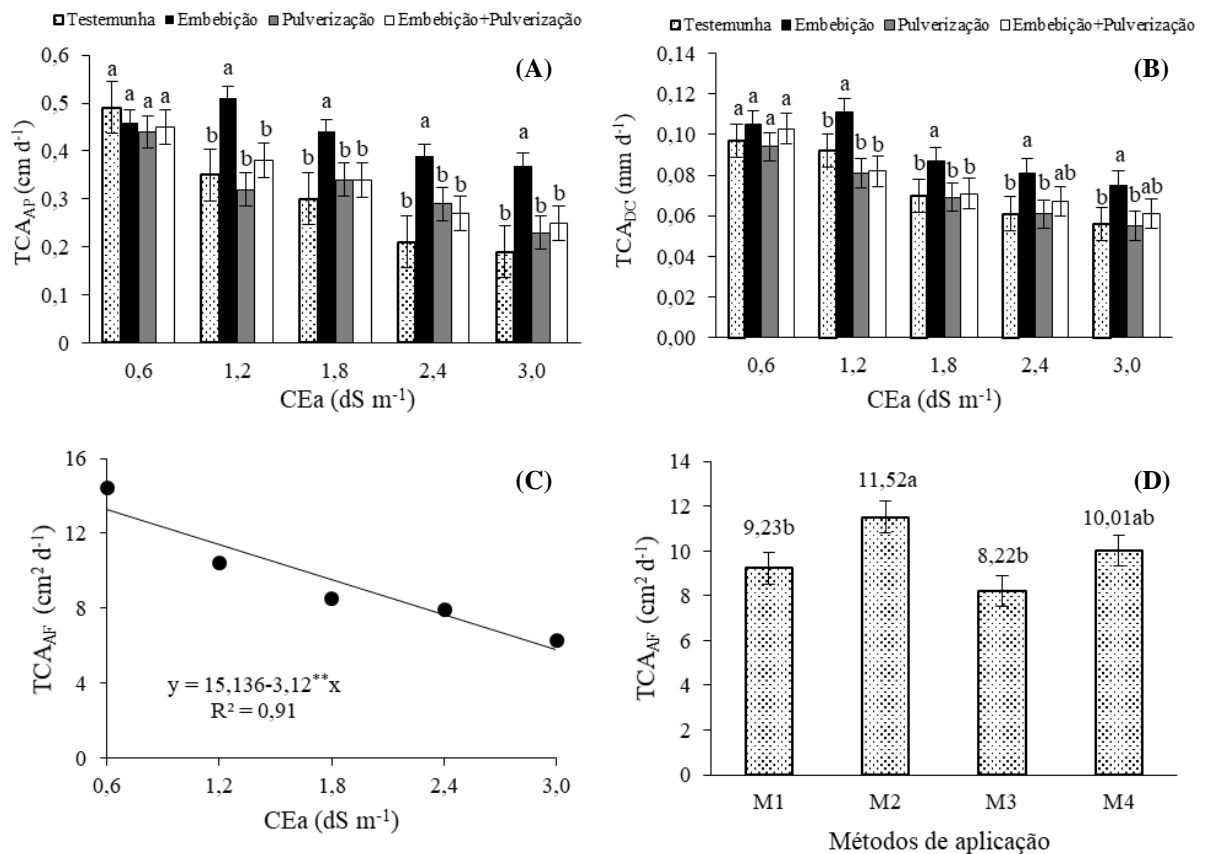
Aos 70, 85, 100, 115 e 130 DAS às plantas do tratamento M3 (pulverização foliar) e M4 (embebição das sementes + pulverização foliar) foram submetidas a aplicações de H_2O_2 (20 μM). As aplicações eram feitas manualmente às 17:00 horas, pulverizando as faces abaxial e adaxial das folhas, de modo a se obter o molhamento completo das folhagens, utilizando-se de um borrifador.

Os efeitos dos tratamentos foram avaliados com base nas variáveis de taxa de crescimento absoluto em altura de planta (TCA_{AP}), diâmetro de caule (TCA_{DC}) e área foliar (TCA_{AF}). As taxas de crescimento absoluto foram realizadas no período de 100 a 130 DAS de acordo com a metodologia de Benincasa (2003).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F aos níveis de 0,05 de probabilidade e, quando significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para o fator níveis salinos, enquanto que o fator métodos de aplicação foi submetido ao teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de crescimento absoluto em altura de planta (Figura 1A) das mudas de gravioleira, foi influenciada pelos métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio quando irrigadas com água de 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹ e, de acordo com o teste de comparação de médias, nota-se que o maiores valores de TCA_{AP} foram obtidos nas plantas que tiveram suas sementes embebidas no peróxido de hidrogenio (M2), exceto no menor nível de salinidade, alcançando valor máximo de TCA_{AP} (0,51 cm d⁻¹) nas plantas irrigadas com água de 1,2 dS m⁻¹. Já o menor valor de TCA_{AP} (0,25 cm d⁻¹) foi obtido nas plantas testemunha (M1) irrigadas com água de 3,0 dS m⁻¹.



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

M1 = Testemunha – sem aplicação de H₂O₂; M2 = Embebição das sementes; M3 = Pulverização foliar; M4 = Embebição das sementes + Pulverização foliar; Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 1. Taxa de crescimento absoluto em altura de planta - TCA_{AP} (A) e em diâmetro de caule – TCA_{DC} (B) das mudas de gravioleira em função da interação entre a condutividade elétrica da água - CEa e métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio; Taxa de crescimento absoluto em área foliar – TCA_{AF} (C) em função da CEa e TCA_{AF} (D) em função dos métodos de aplicação do peróxido de hidrogênio, no período de 100 a 130 DAS.

Semelhante ao observado para TCA_{AP} (Figura 1A), a taxa de crescimento absoluto em diâmetro de caule (Figura 1B) também foi influenciada pelos métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio quando irrigadas com água de 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹ e, de acordo

com o teste de comparação de médias (Figura 1B) verifica-se que a aplicação de 20 μM de H_2O_2 , por meio da embebição das sementes, diferiu estatisticamente dos outros métodos de aplicação (M1, M3 e M4), com maior valor de TCA_{DC} ($0,11 \text{ mm d}^{-1}$) obtido nas plantas irrigadas com água de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$.

O efeito benéfico da aplicação de H_2O_2 via embebição das sementes observado sobre a TCA_{AF} e TCA_{DC} , pode estar relacionada ao fato que à utilização do H_2O_2 em concentrações adequadas favorecer as plantas maior absorção de água e nutrientes, entre eles íons essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, incluindo N, P e K (FAROUK & AMIRA, 2018).

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu a TCA_{AF} da gravioleira e, de acordo com a equação de regressão (Figura 1C), constata-se redução de 20,6% por aumento unitário da CEa. Ao comparar em termos relativos à TCA_{AF} das plantas irrigadas com água de maior salinidade ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$) em relação as cultivadas com o menor nível salino ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$), nota-se uma redução de 56,45% ($7,49 \text{ cm}^2 \text{ d}^{-1}$).

A alta concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, ocasionam efeito osmótico, reduzindo o potencial hídrico e, conseqüentemente, diminuindo a sua disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, afetando dessa forma seu crescimento (AZEVEDO et al., 2017). A TCA_{AF} das mudas de gravioleira diferiu estatisticamente quando submetidas ao peróxido de hidrogenio pela embebição das sementes (M2) em relação aos demais métodos de aplicação (Figura 1D). Contudo, não houve diferença significativa quando se utilizou os métodos M1, M2 e M3.

CONCLUSÕES

A aplicação de peróxido de hidrogênio via embebição das sementes minimiza o efeito do estresse salino sobre a taxa de crescimento absoluto em altura de planta e diâmetro de caule no período de 100-130 dias após a semeadura. Esse tratamento também resulta no aumento da taxa de crescimento absoluto em área foliar. O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação afeta negativamente as taxas de crescimento absoluto em área foliar das mudas de gravioleira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, W. L.; MELO, A. S.; MELO, Y. L.; SILVA SÁ, F. V.; ROCHA, M. M.; SILVA OLIVEIRA, A. P., FERNANDES JÚNIOR, P. I. Bradyrhizobium Inoculation Plus Foliar Application of Salicylic Acid Mitigates Water Deficit Effects on Cowpea. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2020.
- ARAGÃO, G. F.; GOMES-FILHO, E.; CAMELO, M. E.; TARQUINIO, P. O. J. Efeitos do H₂O₂ no crescimento e acúmulo de solutos em plantas de milho sob estresse salino. **Revista Ciência Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 373-381, 2011.
- AZEVEDO, P. R. L.; BEZERRA, D. E. L.; SOUTO, F. M.; BITU, S. G.; JUNIOR, E. B. P. Efeito dos sais e da qualidade da água no solo e na planta. **Revista de Agroecologia no Semiárido**, v. 1, p. 1-12, 2017.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**, noções básicas. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- FAROUK, S.; AMIRA, M. S. A. Q. Enhancing seed quality and productivity as well as physio-anatomical responses of pea plants by folic acid and/or hydrogen peroxide application. **Scientia horticulturae**, v. 240, n. 1, p. 29-37, 2018.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, p. 529-535, 2019.
- FREITAS, A. L. G. E.; VILASBOAS, F. S.; PIRES, M. M.; SÃO JOSÉ, A. R. Caracterização da Produção e do Mercado da Graviola (*Annona muricata* L.) no Estado da Bahia. **Informações Econômicas**, v. 43, n. 3, p. 23-34, 2013
- MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE**. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 1992, 173p.
- NOVAIS, R. F.; NEVES J. C. L.; BARROS N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. (ed) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA. p. 189-253. 1991.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U.S, Department of Agriculture. 1954. 160 p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017. 573 p.

UNITED STATES - Department of Agriculture, keys to soil taxonomy. (2014). Natural Resources Conservation Service. 372p.

VELOSO, L. L. S. A. et al. Quality of soursop (*Annona muricata* L.) seedlings under different water salinity levels and nitrogen fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, p. 306-310, 2018.

VELOSO, L. L. S. A.; AZEVEDO, C. A. V.; SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NÓBREGA, R. A.; LUCENA, R. C. M. Effects of saline water and exogenous application of hydrogen peroxide (H₂O₂) on soursop (*Annona muricata* L.) at vegetative stage. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 3, p. 472, 2019.