

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE GRAVIOLEIRA SOB ESTRESSE SALINO E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

André Alisson Rodrigues da Silva¹, Geovani Soares de Lima², Carlos Alberto Vieira de
Azevedo³, Luana Lucas de Sá Almeida Veloso⁴, Jessica Dayanne Capitulino⁵,
Hans Raj Gheyi⁶

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar a emergência e o crescimento da gravioleira em função da salinidade da água e das concentrações de peróxido de hidrogênio. O experimento foi desenvolvido sob condições de casa de vegetação do CTRN/UFCG, no município de Campina Grande-PB, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados em arranjo fatorial 5 x 5, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹) e cinco concentrações de peróxido de hidrogênio – H₂O₂ (0; 10; 20; 30 e 40 µM), com duas plantas por parcela e quatro repetições. A salinidade da água a partir de 0,6 dS m⁻¹ diminuiu o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de emergência das plantas de gravioleira. A aplicação de peróxido de hidrogênio na concentração de 15 µM minimiza os efeitos deletérios do estresse salino sob o crescimento da gravioleira.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona muricata* L., Salinidade, Aclimação.

EMERGENCY AND GROWTH OF SOURSOP UNDER SALT STRESS AND HYDROGEN PEROXIDE

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the emergence and growth of soursop as a function of water salinity and hydrogen peroxide concentrations. The experiment was carried out under a greenhouse conditions of the CTRN / UFCG, in the city of Campina Grande-PB, using a randomized block design in a 5 x 5 factorial arrangement, with five levels of electrical conductivity of the irrigation water (0.6; 1.2; 1.8; 2.4 and 3.0 dS m⁻¹) and five

¹ Engenheiro Agrícola, Doutorando UAEA/CTRN/UFCG. Universidade Federal de Campina Grande. Rua Aprígio Veloso, 882, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. Fone (83) 98689-8061. E-mail: andrealisson_cgpb@hotmail.com

² Prof. Dr., UACA/CCTA/UFCG. Pombal – Paraíba.

³ Prof. Dr., UAEA/CTRN/UFCG. Campina Grande – Paraíba.

⁴ Doutoranda, UAEA/CTRN/UFCG. Campina Grande – Paraíba

⁵ Mestranda, UAEA/CTRN/UFCG. Campina Grande – Paraíba

⁶ Prof. Dr., UFRB. Recôncavo Baiano – Bahia.

concentrations of hydrogen peroxide - H₂O₂ (0, 10, 20, 30 and 40 µM), with two plants per plot and four replicates. The salinity of water from 0.6 dS m⁻¹ decreased the rate of emergence speed and the emergence percentage of soursop plants. The application of hydrogen peroxide at a concentration of 15 µM minimizes the deleterious effects of salt stress under the soursop growth.

KEY WORDS: *Annona muricata* L., Salinity, Acclimatization.

INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L.) tem se destacado devido suas propriedades alimentares e nutricionais, e características farmacêuticas, sendo utilizada no tratamento de diversas doenças (Bento *et al.*, 2016). O Nordeste brasileiro é responsável pela maior parte da produção de graviola do país.

No entanto, a salinidade da água nessa região é um dos principais fatores a limitar o crescimento e o desenvolvimento das culturas (Wu *et al.*, 2018). Há produção de mudas de gravioleira na região semiárida do Nordeste brasileiro, pode ser otimizada com uso de técnicas que viabilizem o manejo do solo e/ou da água salina na agricultura. Neste contexto, tem-se buscado alternativas para atenuar os efeitos decorrentes do estresse salino sobre as culturas, entre elas, a aplicação de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) tem se mostrado promissora na aclimação das culturas ao estresse salino (Bagheri *et al.*, 2019).

Ante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a emergência e o crescimento da gravioleira em função da salinidade da água e concentrações de peróxido de hidrogênio na fase de formação de mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, nas coordenadas geográficas 07° 15' 18'' de latitude S, 35° 52' 28'' de longitude W e altitude média de 550 m.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em arranjo fatorial 5 x 5, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS

m⁻¹) e cinco concentrações de peróxido de hidrogênio–H₂O₂ (0; 10; 20; 30 e 40 µM) com duas plantas por parcela e quatro repetições, perfazendo o total de duzentas unidades experimentais.

Para a obtenção das mudas de gravioleira foi realizado o semeio colocando-se 3 sementes em sacos de polietileno com dimensões de 15 x 30 cm, a 1,5 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante, apoiados em bancadas a uma altura de 0,8 m do solo. As sacolas foram preenchidas com uma proporção de 2:1:1 de um Neossolo Regolítico de textura franco-arenosa, areia e matéria orgânica (húmus), proveniente da zona rural do município de Lagoa Seca, PB, sendo devidamente destorroado e peneirado, cujas características físico-hídricas e químicas (Tabela 1) foram determinadas conforme metodologia proposta por Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Atributos químicos e físico-hídricos do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos

Características químicas									
pH	M.O.	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺ + H ⁺	PST	CEes
(H ₂ O)	%	(mg kg ⁻¹)(cmolc kg ⁻¹)				(%)	(dS m ⁻¹)	
(1:2, 5)									
5,90	1,36	6,80	0,22	0,16	2,60	3,66	1,93	1,87	1,0
Características físico-hídricas									
Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Classe	Umidade (kPa)		AD	Porosidade	DA	DP
Areia	Silte	Argila	textural	33,42	1519,5		total	(g cm ⁻³)	
				dag kg ⁻¹	%		
732,9	142,1	125,0	FA	11,98	4,32	7,66	47,74	1,39	2,66

M.O. – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Al³⁺ e H⁺ extraídos com acetato de cálcio 1 mol L⁻¹ pH 7,0; PST- Percentagem de sódio trocável; CEes – Condutividade elétrica do extrato de saturação; FA – Franco Arenoso; AD – Água disponível; DA- Densidade aparente; DP- Densidade de partículas

Todas as adubações foram realizadas em cobertura, conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais *et al.* (1991), colocando-se as quantidades de 100, 150 e 300 mg kg⁻¹ de solo de nitrogênio, potássio (K₂O) e fósforo (P₂O₅), respectivamente, na forma de ureia, cloreto de potássio e fosfato monoamônio (MAP); aplicado via água de irrigação, aos 15, 30 e 45 dias após a semeadura (DAS).

As concentrações de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), foram estabelecidas de acordo com estudo desenvolvido por Panngom *et al.* (2018), cuja diluição foi realizada em água deionizada. As sementes passaram por um pré-tratamento com H₂O₂, onde foram embebidas

nas concentrações dos respectivos tratamentos por um período de 36 horas; em seguida realizou-se a semeadura.

A água utilizada na irrigação do tratamento de menor salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) foi proveniente do sistema público de abastecimento de Campina Grande - PB; os demais níveis salinos foram preparados de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir dos sais NaCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, relação está predominante em fontes de água utilizada para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro. No preparo da água de irrigação dos maiores níveis de salinidade, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1} = 10 \cdot \text{CEa} (\text{dS m}^{-1})$), extraída de Richards (1954).

Após a semeadura, a irrigação foi realizada aplicando-se, em cada sacola, o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, tomando-se como base volume consumido (VC), considerando o volume de água aplicado às plantas (VA) no dia anterior; VD é o volume drenado, quantificado na manhã do dia seguinte e a fração de lixiviação – FL desejada (20%), a fim de evitar a acumulação excessiva dos sais na zona radicular.

Os efeitos dos tratamentos foram mensurados através da porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plantas (AP), e área foliar das plantas (AF). A altura de plantas e área foliar foram obtidas aos 120 DAS.

A porcentagem de emergência de plântulas foi obtida pela contagem diária do número de plântulas emergidas, até o estabelecimento, adotando-se o critério de surgimento do epicótilo na superfície do recipiente. De posse desses dados, determinou-se o IVE (plântulas dia^{-1}) a partir da Equação 1 apresentada por Carvalho & Nakagawa (2000):

$$\text{IVE (plântulas dia}^{-1}\text{)} = \frac{\sum_1}{N_1} + \frac{\sum_2}{N_2} \dots + \frac{\sum_n}{N_n} \quad (1)$$

Onde:

$\sum_1, \sum_2, \dots, \sum_n$ número de plântulas emergidas, respectivamente, na primeira, segunda, ... e última contagens; e,

N_1, N_2, \dots, N_n - número de dias compreendidos entre a semeadura e a primeira, segunda, ... e última contagens, respectivamente.

A altura de planta foi obtida tomando-se como referência a distância do colo da planta até a inserção do meristema apical. A área foliar foi obtida medindo-se o comprimento e a largura de todas as folhas das plantas conforme metodologia descrita por Almeida *et al.* (2006), considerando-se a Equação 2:

$$AF = 5,71 + 0,647X \quad (2)$$

Onde:

AF - área foliar (cm²); e,

X - produto do comprimento pela largura das folhas (cm).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativo foram realizados análise de regressão polinomial em nível de 0,05 de probabilidade, utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL (Ferreira, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constata-se, através do resumo do teste F (Tabela 2) que a interação entre os fatores estudados (NS x H₂O₂) influenciou a altura de planta e área foliar da gravioleira. Outrossim, os níveis de salinidade da água de irrigação influenciaram ($p < 0,01$) todas as variáveis estudadas. Já as concentrações de peróxido de hidrogênio, quando analisadas de forma isolada, influenciaram apenas a altura de planta da gravioleira aos 120 dias após o semeio.

Tabela 2. Resumo da análise de variância referente ao índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (PE), altura de planta (AP) e área foliar (AF) da gravioleira irrigada com águas salinas e submetida a concentrações de peróxido de hidrogênio.

Fonte de variação	Teste F			
	IVE	PE	AP	AF
Níveis Salinos (NS)	**	**	**	**
Regressão Linear	**	**	**	**
Regressão Quadrática	ns	ns	ns	ns
Peróxido de Hidrogênio	ns	ns	*	ns
Regressão Linear	ns	ns	ns	ns
Regressão Quadrática	ns	ns	**	ns
Interação (NS x H ₂ O ₂)	ns	ns	*	**
Blocos	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15,32	13,32	12,24	14,79

ns, **, * não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$ respectivamente.

O índice de velocidade de emergência foi afetado negativamente pela salinidade da água de irrigação (Figura 1A) e mediante a equação de regressão, verificou-se um decréscimo de 13,11% por aumento unitário de CEa. Comparando-se o IVE das plântulas cultivadas sob CEa

de 3,0 dS m⁻¹ em relação as que receberam o menor nível salino (0,6 dS m⁻¹), verificou-se diminuição de 34,11% (0,002 plântulas dia⁻¹).

A porcentagem de emergência de plântulas de gravioleira diminuiu linearmente em função do incremento nos níveis de CEa e através da equação de regressão (Figura 1B), notaram-se decréscimos de 9,66% por aumento unitário, ou seja, as plântulas sob irrigação com o maior nível salino (3,0 dS m⁻¹) tiveram uma diminuição de 24,62% na PE em comparação às que estavam submetidas a CEa de 0,6 dS m⁻¹.

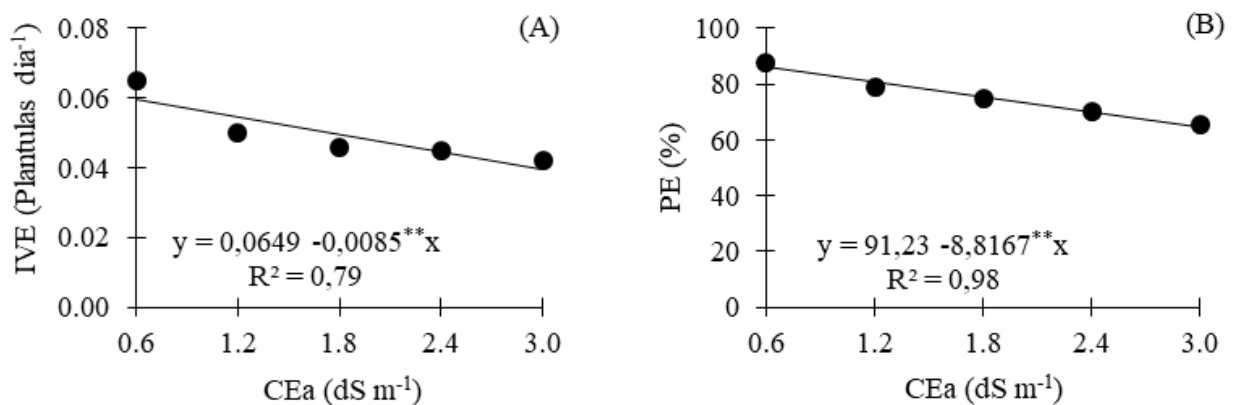
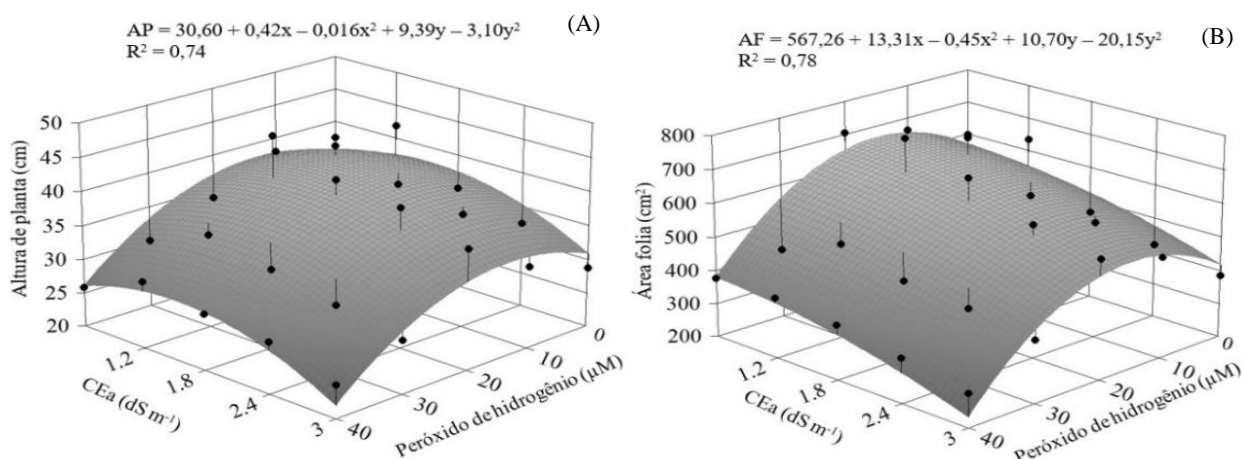


Figura 1. Índice de velocidade de emergência (A) e porcentagem de emergência (B) de plântulas de gravioleira em função da salinidade da água – CEa.

A redução do índice de velocidade emergência e da porcentagem de emergência em decorrência da salinidade, estar associado à redução do potencial osmótico ocasionada pelas concentrações de sais solúveis no solo, que diminui a absorção de água e nutrientes pelas plantas; Além de afetar outros processos, entre eles divisão e diferenciação celular, atividades enzimáticas e distribuição de nutrientes resultando em alterações na homeostase iônica (Ibrahim, 2016).

A interação entre as concentrações de peróxido de hidrogênio e os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação influenciou significativamente a altura de planta e por meio da equação de regressão (Figura 1C). Notou-se que as plantas submetidas a concentração de 15 µM de peróxido de hidrogênio e irrigadas com água de 1,5 dS m⁻¹ tiveram a maior altura de planta (40,29 cm). Já as plantas expostas a concentração de 40 µM de peróxido de hidrogênio e irrigadas com água de 3,0 dS m⁻¹ obtiveram a menor AP (21,35 cm), correspondendo a uma redução de 47% (18,94 cm) quando comparadas as plantas com maior AP.

A área foliar também foi influenciada pela interação dos fatores em estudo. Através da equação de regressão (Figura 1D), percebe-se que as plantas cultivadas sob a concentração de 15 μM de peróxido de hidrogênio e irrigadas com água de 0,6 dS m^{-1} tiveram a maior AF (664,82 cm^2). Entretanto, as plantas expostas a concentração de 40 μM de peróxido de hidrogênio e irrigadas com água de 3,0 dS m^{-1} obtiveram a menor AF (230,41 cm^2), correspondendo a uma redução de 65,34% (434,41 cm^2) quando comparadas as plantas com maior AF.



X e Y correspondem a concentração de H_2O_2 e CEA, respectivamente.

Figura 2. Altura de planta (A) e área foliar (B) das plantas de gravioleira em função da interação entre a CEA e as concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 120 dias após o semeio.

O efeito benéfico do peróxido de hidrogênio na concentração de 15 μM sob a altura de planta e área foliar pode estar relacionado à sua função de molécula sinalizadora, atuando na regularização de diversas vias, incluído respostas ao estresse salino (Baxter *et al.*, 2014). De acordo com Carvalho *et al.* (2011) o peróxido de hidrogênio quando aplicado em baixas concentrações nas plantas induz o sistema de defesas de enzimas antioxidativas, que atuaram reduzindo os efeitos deletérios da salinidade.

Por outro lado, Rutschow *et al.* (2011) destaca que altas concentrações desta espécie reativa de oxigênio induzir o estresse oxidativo, ocasionando a peroxidação lipídica, danos nas membranas celulares, degradação de proteínas, quebra da dupla fita do DNA e, ainda, a morte celular.

CONCLUSÃO

A salinidade da água a partir de 0,6 dS m⁻¹ diminui o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de emergência de plantas de gravioleira.

A aplicação de peróxido de hidrogênio na concentração de 15 µM minimiza os efeitos deletérios do estresse salino sob o crescimento da gravioleira, aos 120 dias após o semeio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, G.; Santos, J.; Zucoloto, M.; Vicentini, V.; Moraes, W., Bregoncio, I.; Coelho, R. Estimativa de área foliar de graviola (*Annona muricata* L.) por meio de dimensões lineares do limbo foliar. Revista UNIVAP, v.1, n.24, p.1035-1037, 2006.
- 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.
- Baxter, A.; Mittler, R.; Suzuki, N. EROS as key players in plant stress signalling. Journal of Experimental Botany, v.65, n.1, p. 1229-1240, 2014.
- Bento, E. B.; Monteiro, Á. F.; Lemos, I. C. S.; Brito Junior, F. E. de.; Oliveira, D. R. de.; Menezes, I. R. A. de.; Kerntopf, M. R. Estudio etno farmacológico comparativo en la región del Araripe de la *Annona muricata* L. (Graviola). Revista Cubana de Plantas Medicinales, v.21, n.1, p.9-19, 2016.
- Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.
- Carvalho, F. E. L.; Lobo, A. K. M.; Bonifacio, A.; Martins, M. O.; L Neto, M. C.; Silveira, J. A. G. Aclimação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo pré-tratamento com H₂O₂. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.4, p.416-423, 2011.
- Ferreira, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

Ibrahim, E. A. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *Journal of Plant Physiology*, v. 192, n.1, p. 38-46, 2016.

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.

Panngom, K.; Chuesaard, T.; Tamchan, N.; Jiwchan, T.; Srikongsritong, K.; Park, G. Comparative assessment for the effects of reactive species on seed germination, growth and metabolisms of vegetables. *Scientia Horticulturae*, v.227, n.1, p.85-91, 2018.

Richards, L. A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*, Washington: U.S, Department of Agriculture. 1954. 160p.

Rutschow, H. L.; Baskin, T. I.; Kramer, E. M. Regulation of solute flux through plasmodesmata in the root meristem. *Plant Physiology*, v.155, n.4, p.1817-1826, 2011.

Teixeira, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A., & Teixeira, W. G. *Manual de métodos de análise de solos*. 3. Ed. Embrapa Solos, Brasília - Br, 2017.

Wu, J.; Shu, S.; Li, C.; Sun, J.; Guo, S. Spermidine-mediated hydrogen peroxide signaling enhances the antioxidant capacity of salt-stressed cucumber roots. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.128, n.1, p.152-162, 2018.