

FISIOLOGIA E ACÚMULO DE FITOMASSA DE MINI-MELANCIEIRA CULTIVADA COM ÁGUAS SALINAS E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

Fellype Jonathar Lemos da Silva¹, Saulo Soares da Silva², Geovani Soares de Lima³, Lauriane Almeida dos Anjos Soares⁴, Rafaela Aparecida Frazão Torres⁵, Hans Raj Gheyi⁶

RESUMO: As altas concentrações de sais presente nas águas utilizadas na irrigação é um dos fatores limitantes para a produção agrícola na região semiárida do Nordeste brasileiro. Uma forma de reduzir os efeitos do estresse salino sob as plantas, é através da aplicação exógena de peróxido de hidrogênio. Neste contexto, objetivou-se avaliar a fisiologia e acúmulo de fitomassa de mini-melancia cv. Sugar Baby cultivada com águas salinas e peróxido de hidrogênio. Foram estudados cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m⁻¹) e quatro concentrações de peróxido de hidrogênio (0; 20; 40 e 60 µM), utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 × 4 com três repetições. O incremento na condutividade elétrica da água de irrigação a partir de 0,3 dS m⁻¹ aumentou o déficit de saturação hídrica das folhas de mini-melancia cv Sugar Baby, e reduziu o acúmulo de fitomassa seca da parte aérea e fitomassa seca total.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus*, salinidade, espécie reativa de oxigênio.

PHYSIOLOGY AND ACCUMULATION OF PHYTOMASS FROM MINI-WATERMELON TREE CULTIVATED WITH SALINE WATER AND HYDROGEN PEROXIDE

ABSTRACT: The high concentrations of salts present in the water used for irrigation is one of the limiting factors for agricultural production in the semi-arid region of the Brazilian

¹ Discente do curso de Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, CEP 58840-000, Pombal, PB. Fone (83) 996988528. e-mail: fellypeitapb@gmail.com

² Bolsista de Pós-Doutorado Júnior do CNPq, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: saulosoares90@gmail.com

³ Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: geovanisoareslima@gmail.com

⁴ Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: laurispo.agronomia@gmail.com

⁵ Discente do curso de Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: rafaelatorres1997@gmail.com

⁶ Professor titular da Universidade Federal de Campina Grande. UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: hgheyi@gmail.com

Northeast. One way to reduce the effects of saline stress on plants is through the exogenous application of hydrogen peroxide. In this context, the objective was to evaluate the physiology and phytomass accumulation of mini-watermelon cv. Sugar Baby grown with saline water and hydrogen peroxide. Five levels of electrical conductivity of irrigation water - ECw (0.3; 1.0; 1.7; 2.4 and 3.1 dS m⁻¹) and four concentrations of hydrogen peroxide (0; 20; 40 and 60 µM), using a randomized block design, in a 5 × 4 factorial scheme with three replications. The increase in the electrical conductivity of the irrigation water from 0.3 dS m⁻¹ increased the water saturation deficit of the leaves of mini-watermelon cv Sugar Baby, and reduced the accumulation of shoot dry matter and total dry matter.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus*, salinity, reactive oxygen species.

INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus*) destaca-se como uma das frutas mais produzidas no Brasil (SILVA et al., 2022). Conforme o IBGE (2021), a produção nacional em 2021 foi de 2,1 milhões de toneladas em uma área de 91,9 mil hectares, com destaque para a região Nordeste como principal produtora, responsável por 37% da produção.

Nessa região, é comum encontrar fontes de água com alta concentração de sais principalmente sódio, resultando em restrições para uso em agricultura (WALTER et al., 2018). O acúmulo excessivo de sais reduz o potencial osmótico, o que dificulta a absorção de água e nutrientes pelas plantas, afeta o processo fisiológico reduzindo o crescimento e a produção, ocasionando prejuízos de ordem econômica e social (PEDROTTI et al., 2015; BONIFÁCIO et al., 2018; GUIMARÃES et al., 2021).

Os efeitos negativos do estresse salino sob as plantas podem ser minimizados através do uso de estratégias de manejo da salinidade da água (MESQUITA et al., 2015), destacando-se a aplicação foliar de peróxido de hidrogênio. A aplicação de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) pode aumentar a tolerância das plantas ao estresse salino (SILVA et al., 2019), por atuar como uma molécula sinalizadora de estresse e, além disso, evidências experimentais mostram que uma pré-exposição transitória das plantas a essa molécula pode induzir tolerância a um estresse subsequente (SILVA et al., 2022).

Neste contexto, objetivou-se avaliar a fisiologia e acúmulo de fitomassa de mini-melancia cv. Sugar Baby cultivada com águas salinas e peróxido de hidrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB.

Foram estudados cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m⁻¹) e quatro concentrações de peróxido de hidrogênio (0; 20; 40 e 60 µM), utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 × 4 com três repetições. Foi utilizada a cultura da melanciaira (*Citrullus lanatus*), cultivar Sugar Baby.

O experimento foi instalado em vasos adaptados como lisímetros de drenagem de 20 L de capacidade; cada lisímetro foi perfurado na base para permitir a drenagem, e acoplada a um dreno transparente de 16 mm de diâmetro. A extremidade do dreno que ficou dentro do lisímetro foi envolvida com uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) para evitar a obstrução do material de solo. Abaixo de cada dreno colocou-se uma garrafa plástica para a coleta de água drenada e determinação do consumo de água pela planta.

Os lisímetros foram preenchidos, com uma camada de 0,5 kg de brita seguido de 23,5 kg de material de um Neossolo Regolítico (*Entisol*) de textura franco-arenosa (devidamente destorroado e homogeneizado). O solo foi coletado na zona rural do município de São Domingos, PB, na profundidade de 0-30 cm (horizonte A). Antes de iniciar o experimento, o solo foi amostrado para determinação dos atributos físicos e químicos, conforme metodologia proposta por Teixeira et al. (2017), cujos dados estão dispostos na Tabela 1.

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

pH H ₂ O)	MO	P	Características químicas					
			K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
(1:2,5)	g kg ⁻¹	(mg kg ⁻¹)cmol _c kg ⁻¹					
8,53	3,10	77,30	0,56	0,20	5,08	5,11	0	0
.....Características químicas.....		Características físicas.....					
CE _{es}	CTC	RASes	PST	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)	
(dS m ⁻¹)	cmol _c kg ⁻¹	(mmol L ⁻¹) ^{0,5}	%	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa ¹	1519,5 kPa ²
0,46	10,95	1,02	1,83	775,70	180,90	43,40	12,45	5,00

pH – Potencial hidrogeniônico, MO – 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; RASes - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; 1,2 referindo o teor de umidade no solo correspondente a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

As sementes foram semeadas em copos plásticos (Figura 2), com substrato na formulação 2:1 (em base de volume), em que foi utilizado uma mistura de duas partes de solo para uma de esterco de caprino curtido, após o aparecimento de duas folhas verdadeiras as plantas foram

consideradas aptas para realização do transplântio nos lisímetros de drenagem (Figura 3). As plantas foram conduzidas no sistema vertical por tutoramento, obedecendo um espaçamento entre plantas e fileiras de 1 x 1m, respectivamente.

A adubação com nitrogênio, potássio e fósforo foi realizada de acordo com Novais et al. (1991). Como fonte de P foi utilizado fosfato o monoamônio (60% de P₂O₅), sendo um quarto da dose recomendada aplicada em fundação e o restante, em três aplicações iguais, via fertirrigação em intervalos de dez dias, com a primeira aplicação realizada 10 dias após o transplântio. Já o fornecimento de nitrogênio e potássio foi fornecido em cobertura, em intervalo de 15 dias, sendo aplicados 100 mg de N kg⁻¹ e 150 mg de K₂O kg⁻¹ de solo, utilizando como fonte de N a ureia (45% N) e de potássio o sulfato de potássio (51,5% K₂O). Para suprir necessidade de micronutrientes foi aplicado 1,0 g L⁻¹ de Dripsol micro® via foliar (Mg²⁺ = 1,1%; B = 0,85%; Cu (Cu-EDTA) = 0,5%; Fe (FeEDTA) = 3,4%; Mn (Mn-EDTA) = 3,2%; Mo = 0,05%; Zn = 4,2%; Contém 70% de agente quelante EDTA).

Durante a condução do experimento foram efetuados os tratos culturais e fitossanitários preconizados para a cultura, monitorando o surgimento de pragas e doenças, adotando medidas de controle quando necessárias.

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação foram preparados dissolvendo-se o cloreto de sódio (NaCl), cálcio (CaCl₂.2H₂O), e magnésio (MgCl₂.6H₂O) na água de irrigação conforme os tratamentos pré-estabelecidos tomando-se como base a água proveniente do sistema de abastecimento local, considerando-se a relação entre CEa e concentração de sais, extraída de Richards (1954), conforme a Eq. 1:

$$C(\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}) \approx 10 \times CE_a \quad (1)$$

Em que:

C = concentração de sais a ser aplicado (mmolc L⁻¹); e,

CEa = condutividade elétrica da água (dS m⁻¹).

Antes do transplântio foi determinado o volume de água necessário para elevar o teor de umidade do solo ao nível correspondente a capacidade de campo, aplicando-se água de acordo com os tratamentos estabelecidos. Após o transplântio, a irrigação foi realizada, diariamente, às 17 horas, aplicando-se, em cada lisímetro, o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, sendo o volume de água a ser aplicado nas plantas determinado pela Eq. 2:

$$VI = \frac{(V_a - VD)}{1 - FL} \quad (2)$$

Em que:

VI - volume de água a ser usado no evento de irrigação (mL);

Va - volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd - volume drenado (mL); e,

FL - fração de lixiviação de 0,10 (AYERS & WESTCOT, 1999).

As diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), previamente estabelecidas, foram obtidas pela diluição do H₂O₂ em água deionizada. O início das aplicações do H₂O₂ se deu aos 16 dias após o transplântio (DAT) e posteriormente foram realizadas semanalmente, pulverizando as devidas soluções de peróxido de hidrogênio, manualmente, de modo a se obter o molhamento completo das folhas, (pulverizando as faces abaxial e adaxial das folhas), utilizando-se de um borrifador, cujas aplicações foram realizadas a partir das 17:00 horas. As plantas foram isoladas de acordo com cada tratamento durante a pulverização a fim de não haver interferência da aplicação. Durante o período de condução da pesquisa foi utilizado um volume médio de 41,66 mL de H₂O₂ por planta.

A fisiologia das plantas de mini-melanciaira foi mensurada aos 45 dias após o transplântio (DAT), através do déficit de saturação hídrica - DSH e da clorofila total – Cl T. Já o acúmulo de fitomassa foi obtido através da fitomassa seca da parte aérea – FSPA e da fitomassa seca total – FST, aos 60 DAT.

O DSH foi determinado utilizando-se discos das folhas completamente formada de cada planta, pesadas em balança com precisão de 0,001g, obtendo-se o peso fresco (MF); para determinação do peso túrgido (MT), os discos coletados foram imersos em água destilada, durante 24 horas, após serem enxugados, pesadas e o peso da matéria seca (MS) foi obtido por secagem desses discos em estufa a 65°C. Seguindo a metodologia descrita por Taiz & Zeiger (2017), conforme Eq. 3, determinou-se o DSH:

$$DSH = \frac{MT-MF}{MT-MS} \times 100 \quad (3)$$

Em que:

DSH = déficit de saturação hídrica (%);

MF= massa fresca de folha (g);

MT= massa túrgida (g);

MS = Massa seca (g).

A clorofila total foi realizada pelo somatório das clorofilas a e b. As leituras dos teores de clorofila a (Cl a), b (Cl b), foram realizadas por espectrofotometria nos comprimentos de onda de 470, 645 e 663 nm, respectivamente, através das Eqs. 4 e 5, conforme metodologia proposta por Arnon (1949) em que A é a absorbância.

$$\text{Clorofila a (Cl a)} = 12,21 A_{663} - 2,81 A_{646} \quad (4)$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (Cl } b) = 20,13 A646 - 5,03 A663 \quad (5)$$

Para determinação das fitomassas seca das plantas de cada tratamento, foram cortadas a parte aérea (caule e folhas) e as raízes, e acondicionadas em sacos de papel, em seguida levadas à estufa a 65°C, permanecendo durante 72h. Após a secagem o material foi pesado em balança de precisão anotando-se a massa (g). O FSPA foi obtido através do somatório da parte aérea das fitomassas secas de caule, folha, enquanto que o FST foi obtido através do somatório das fitomassas secas de caule, folha e raízes.

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial para os níveis de condutividade elétrica da água e concentrações de peróxido de hidrogênio, utilizando-se do software SISVAR - ESAL versão 5.7 (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa dos níveis de salinidade da água (CEa) para déficit de saturação hídrica (DSH), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca total (FST) (Tabela 2). As concentrações de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), bem como a interação entre os fatores (CEa × H₂O₂) estudados, não afetaram de forma significativa nenhuma das variáveis analisadas, aos 45 e 60 dias após o transplantio.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para déficit de saturação hídrica (DSH), clorofila total (Cl T), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca total (FST) das plantas de mini-melancia cultivada com águas salinas (CEa) e peróxido de hidrogênio (H₂O₂), aos 45 e 60 dias após o transplantio (DAT).

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		DSH	Cl T	FSPA	FST
Condutividades elétricas da água (CEa)	4	416,58**	16,77 ^{ns}	163,10**	170,17**
Regressão Linear	1	1634,00**	3,16 ^{ns}	648,67**	675,64**
Regressão Quadrática	1	14,80 ^{ns}	62,75 ^{ns}	1,00 ^{ns}	1,67 ^{ns}
Peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂)	3	7,57	24,15 ^{ns}	18,37 ^{ns}	18,82 ^{ns}
Regressão Linear	1	19,98 ^{ns}	15,15 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,66 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	2,17 ^{ns}	27,35 ^{ns}	7,35 ^{ns}	7,23 ^{ns}
Interação (CEa × H ₂ O ₂)	12	22,92 ^{ns}	18,40 ^{ns}	17,60 ^{ns}	17,96 ^{ns}
Blocos	2	11,26 ^{ns}	114,05*	16,01 ^{ns}	16,77 ^{ns}
Resíduo	38	29,71	27,36	14,92	15,11
CV (%)		15,51	26,88	11,67	11,58

**significativo a 0,01 de probabilidade; *significativo a 0,05 de probabilidade; ns não significativo.

O incremento na condutividade elétrica na água de irrigação ocasionou aumento no DSH nas folhas de mini-melancia cv. Sugar Baby de 20,14%, por aumento unitário da condutividade elétrica da água. Ao comparar as plantas irrigadas com água de 3,1 dS m⁻¹ em

relação as submetidas a CEa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, verifica-se acréscimo no DSH de 53,19%. O aumento no DSH nas folhas de mini-melanciaira pode estar relacionado ao incremento na CEa, pois pode favorecer na absorção excessiva de íons tóxicos (Cl^- e ou Na^+), que quando acumulados nos tecidos foliares afetam a homeostase iônica na célula interagindo negativamente com as paredes das membranas. Além disso, o aumento do DSH das plantas sob estresse salino pode estar relacionado com a diminuição da absorção de água pelas raízes e estresse osmótico da toxicidade do sal através do enriquecimento das células vegetais pelo conteúdo excessivo de sódio (FARHANGI-ABRIZ, et al., 2018).

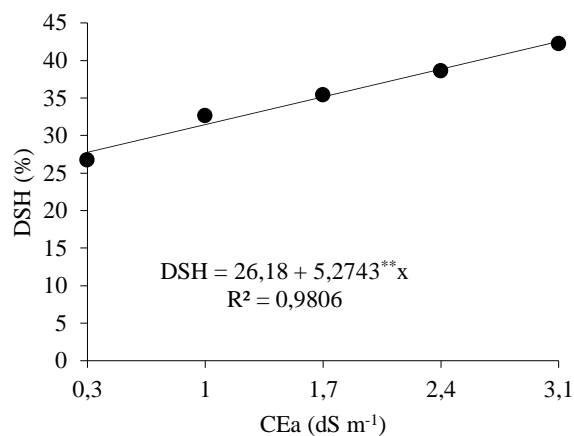


Figura 1. Déficit de saturação hídrica – DSH das folhas de mini-melanciaira cv Sugar Baby em função condutividade elétrica da água de irrigação – CEa aos 45 dias, após o transplântio.

As fitomassas secas também sofreram influência negativa do incremento na CEa de irrigação. Verifica-se para FSPA (Figura 2A) e FST (Figura 2B) redução de 8,57 e 8,62% respectivamente, por aumento unitário da CEa. Comparando-se as plantas irrigadas com água de $3,1 \text{ dS m}^{-1}$ em relação as submetidas a CEa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, verifica-se decréscimo de 24,62 e 24,77 para FSPA e FST respectivamente. A redução no acúmulo de fitomassa pode estar relacionada aos efeitos deletérios do estresse salino como os efeitos osmóticos e iônicos, que reduz a capacidade das plantas absorverem água e nutrientes, causando, de imediato, redução na expansão celular, nos processos de assimilação de CO_2 , de translocação de carboidratos para tecidos drenos e no desvio de fontes de energia para outros processos, tais como: ajustamento osmótico, síntese de solutos compatíveis, reparo de danos causados pela salinidade e manutenção dos processos metabólicos básicos, comprometendo a taxa fotossintética e consequentemente o crescimento da planta (LIMA et al., 2020; LIMA et al., 2021).

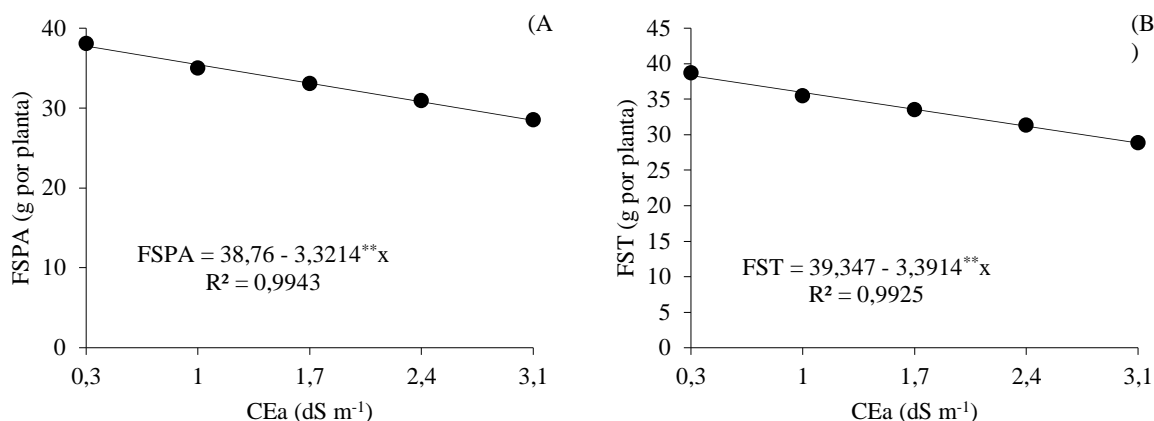


Figura 2. Fitomassa seca da parte aérea – FSPA (A), e fitomassa seca total – FST (B) de mini-melancieira cv Sugar Baby, em função condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 60 dias, após o transplantio.

CONCLUSÕES

A salinidade da água a partir de 0,3 dS m⁻¹ aumenta o déficit de saturação hídrica das folhas de mini-melancieira cv Sugar Baby, e reduz o acúmulo de fitomassa seca da parte aérea e fitomassa seca total.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, p. 1-15, 1949.
- AYERS, R. S.; WESCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, E. F. A. V. Campina Grande, UFPB, 1999. 153p.
- BONIFÁCIO, B. F. NOBRE, R. G.; SOUSA, A. D. S.; GOMES, E. M.; SILVA, E. M. DA; SOUSA, L. D. P. Efeitos da adubação potássica e irrigação com águas salinas no crescimento de porta-enxerto de goiabeira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, p. 101-110, 2018.
- FARHANGI-ABRIZ, S.; GHASSEMI-GOLEZANI, K. How can salicylic acid and jasmonic acid mitigate salt toxicity in soybean plants?. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 147, p. 1010-1016, 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.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal, 2021**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melancia/br>>. Acesso em: abril de 2023.

LIMA, G. S. DE; SOARES, M. G. DA S.; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; PINHEIRO, F. W. A.; SILVA, J. B. DA. Potassium and irrigation water salinity on the formation of sour passion fruit seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, p. 393-401, 2021.

LIMA, G. S. DE; SOUZA, C. M. A. DE; NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; GUEDES, M. A. Gas exchanges, growth and production of okra cultivated with saline water and silicon fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, suplemento 1, p. 1937-1950, 2020.

MESQUITA, F. O.; NUNES, J. C.; LIMA NETO, A. J.; SOUTO, A. G. L.; BATISTA, R. O.; CAVALCANTE, L. F. Formação de mudas de nim sob salinidade da água, biofertilizante e drenagem do solo. **Irriga**, v. 20, p. 193-203, 2015.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: A. J. OLIVEIRA (Ed.), **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**, p. 189-253, 1991. Brasília: EMBRAPA-SEA

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, p. 1308-1324, 2015.

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Department of Agriculture, Washington, USA. 160p. 1954.

SILVA, A. A. R. DA; LIMA, G. S. DE; AZEVEDO, C. A. V. DE; CAPITULINO, J. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A. Multivariate analysis of soursop under salt stress and exogenous application of hydrogen peroxide. **Revista Caatinga**, v. 35, p. 936-944, 2022.

SILVA, A. A. R. DA; LIMA, G. S. DE; VELOSO, L. L. DE S. A.; AZEVEDO, C. A. V. DE; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; SILVA, L. DE A. Hydrogen peroxide on acclimation of soursop seedlings under irrigation water salinity. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, p. 1441-1454, 2019.

SILVA, S. S. DA; LIMA, G. S. DE; LIMA, V. L. A. DE L.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A.; OLIVEIRA, J. P. M. Production and post-harvest quality of mini-watermelon crop under irrigation management strategies and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, p. 51-58, 2022.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MØLLER, I. M., MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Artmed, Porto Alegre, Brasil. 858 p. 2017.

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

WALTER, J.; LÜCK, E.; BAURIEGEL, A.; FACKLAM, M.; ZEITZ, J. Seasonal dynamics of soil salinity in peatlands: **A Geophysical Approach**, v. 310, p. 1-11, 2018.