

FISIOLOGIA DE MINI-MELANCIEIRA ‘SUGAR BABY’ SOB ESTRATÉGIAS DO USO DA ÁGUA SALINA E POTÁSSIO

Vera Lúcia Antunes de Lima¹, Saulo Soares da Silva², Geovani Soares de Lima¹, Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Janine Patrícia Melo Oliveira⁴, Rômulo Carantino Moreira Lucena²

RESUMO: A melancieira é uma olerícola de grande importância socioeconômica para o Brasil, sendo a região Nordeste a principal responsável por boa parte da produção nacional. Entretanto nessa região, principalmente na parte semiárida, é comum a utilização de águas com altas concentrações de sais, que podem prejudicar a fisiologia e o crescimento das plantas sendo necessária a adoção de práticas de manejo para se pode utilizar estas águas para o cultivo agrícola. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a fisiologia de plantas de mini-melancieira ‘Sugar Baby’ cultivada sob estratégias do uso da água salina e doses de potássio. A pesquisa foi desenvolvida em vasos sob condições de casa-de-vegetação em Campina Grande, PB, utilizando-se o delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3×3 , correspondendo a três estratégias do uso da água salina (Irrigação com água de elevada salinidade nas fases vegetativa, floração e frutificação) e três doses de potássio (50, 100 e 150% da recomendação de K_2O) com três repetições. A adubação com 100% correspondeu a $150 \text{ mg } K_2O \text{ kg}^{-1}$ de solo. A mini-melancieira ‘Sugar Baby’ apresentou maior sensibilidade ao estresse salino na fase de frutificação com diminuição dos parâmetros de trocas gasosas. A dose com 100% da recomendação de potássio proporcionou maior eficiência do uso da água das plantas de mini-melancieira ‘Sugar Baby’.

PALAVRAS-CHAVE: salinidade, fertilização potássica, *Citrullus lanatus* L.

¹ Prof. (a) Dr. (a), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. Fone: (83) 98874-0779; E-mail: vera.antunes.ufcg@gmail.com; geovani.soares@pq.cnpq.br

² Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: saulosoares90@gmail.com; romulocarantino@gmail.com

³ Profa. Dra., Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB, Brasil. E-mail: lauriane.soares@pq.cnpq.br

⁴ Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: janineeng.alimentos@gmail.com

PHYSIOLOGY OF MINI WATERMELON SUGAR BABY' UNDER STRATEGIES FOR THE USE OF SALINE WATER AND POTASSIUM

ABSTRACT: The watermelon is a vegetable of great socioeconomic importance for Brazil, with the Northeast region being the main responsible for a good part of the national production. However, in this region, especially in the semi-arid part, it is common to use water with high concentrations of salts, which can harm the physiology and growth of plants, making it necessary to adopt management practices in order to use these waters for agricultural cultivation. Thus, the objective of this work was to evaluate the physiology of mini-watermelon 'Sugar Baby' plants cultivated under strategies of using saline water and potassium doses. The research was carried out in pots under greenhouse conditions in Campina Grande, PB, using a randomized block design, in a 3×3 factorial scheme, corresponding to three strategies for the use of saline water (Irrigation with water with high salinity in the vegetative, flowering and fruiting stages) and three doses of potassium (50, 100 and 150% of the K_2O recommendation) with three repetitions. Fertilization with 100% corresponded to $150 \text{ mg } K_2O \text{ kg}^{-1}$ of soil. The mini-watermelon 'Sugar Baby' showed greater sensitivity to salt stress in the fruiting phase with a decrease in gas exchange parameters. The dose with 100% of the potassium recommendation provided greater efficiency in the use of water in 'Sugar Baby' mini watermelon plants.

KEYWORDS: salinity, potassium fertilization, *Citrullus lanatus* L.

INTRODUÇÃO

A melancia é uma cultura que se destaca pela grande importância socioeconômica no Brasil (NASCIMENTO et al., 2018). Conforme o IBGE (2020), no ano de 2019 foram produzidas 2.278.186 toneladas de melancia em 98.489 hectares, sendo a região Nordeste responsável por 34,03% da produção nacional.

Contudo, nesta região, principalmente nas áreas semiáridas, as chuvas são irregulares e devido a alta evapotranspiração, que geralmente é superior ao volume precipitado, resulta em escassez de recursos hídricos. Dessa forma é comum o uso de águas com altas concentrações de sais na agricultura irrigada (SANTOS & BRITO, 2016) para garantir a produção agrícola. O uso de águas com elevada concentração de sais na água pode ocasionar diminuição na disponibilidade de água para as plantas, devido à redução do potencial osmótico da solução do solo (LIMA et al., 2018), e afeta negativamente as trocas gasosas, a absorção de nutrientes e o rendimento da colheita (SOUSA et al., 2021).

Nesse contexto, é necessária a adoção de estratégias para o uso das águas salinas nestas regiões. Uma forma de se reduzir a intensidade do estresse salino sob as plantas é a aplicação da água de maior concentração salina nas fases de desenvolvimento em que as plantas são mais tolerantes (BARBOSA et al., 2012), pois a tolerância das plantas à salinidade está relacionada à capacidade das mesmas em resistir a certos níveis de sais que podem variar de acordo com o genótipo, sua fase de desenvolvimento, natureza e intensidade do estresse salino (BRITO et al., 2014; Oliveira et al., 2015). Outra estratégia capaz de amenizar o efeito do estresse salino é a adubação com potássio. O potássio atua em diversos processos fisiológicos, como fotossíntese, regulação osmótica, balanço eletroquímico, transporte de solutos no xilema e floema (SHABALA & POTTOSIN, 2014), além disso, sob estresse salino, o potássio ajuda a manter a homeostase iônica e melhora a defesa antioxidante da planta, protegendo-a do estresse oxidativo (HASANUZZAMAN et al., 2018).

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a fisiologia de plantas de mini-melanciaira ‘Sugar Baby’ cultivada sob estratégias do uso da água salina e doses de potássio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de outubro a dezembro de 2017, sob condições de casa de vegetação, na Universidade Federal de Campina Grande, em Campina Grande -PB, Brasil (7°15'18'S, 35°52'18'W e altitude média de 550 m). A temperatura e a umidade relativa média na casa de vegetação ao longo do período experimental foi de 24,10°C e 73,17%, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 × 3, com três repetições, sendo três estratégias de manejo do uso da água salina – EUS (VE, FL, e FR respectivamente, irrigação com água salina nas fases vegetativa, floração e frutificação) associados a três doses de potássio - DK (50, 100 e 150% da recomendação). A dose de 100% corresponde a 100 mg de K₂O kg⁻¹ de solo (NOVAIS et al., 1991). Como fonte de potássio foi utilizada o cloreto de potássio, fornecido via fertirrigação em três aplicações iguais, aos 23, 37 e 46 dias após o semeio (DAS).

As estratégias de manejo da irrigação com água salina consistiram de dois níveis de condutividade elétrica (CEa), sendo um de baixa (CEa = 0,8 dS m⁻¹) e outro com alta (CEa = 4,0 dS m⁻¹) salinidade, variando de acordo às fases fenológicas das plantas: vegetativa - período entre o surgimento da segunda folha verdadeira até a emissão da primeira flor feminina (14-34

DAS); floração – da primeira flor feminina até a fecundação (35-43 DAS); e frutificação – da fecundação até enchimento dos frutos (44-58 DAS).

A salinidade da água de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ (controle) e $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ são os níveis comumente observadas na região semiárida do Nordeste Brasil. Assim, a condutividade elétrica de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ é um valor maior que o nível de salinidade limiar da água ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$) para a cultura da melancia (AYERS & WESTCOT, 1999) e teve como objetivo induzir uma estresse osmótico e/ou iônico nas plantas para identificar a(s) fase(s) de maior tolerância e/ou sensibilidade ao estresse salino.

A cultura utilizada foi à mini-melancieira ‘Sugar Baby’, a qual destaca-se pelo ciclo precoce, com a colheita realizada a partir dos 75 dias após a semeadura. É uma planta rústica, com folhagem vigorosa e tolerante a temperaturas elevadas. Apresenta frutos redondos, com casca verde escura, com peso variando em torno de 2 a 4 kg. Possui polpa com alto teor de açúcar, macia e com coloração vermelho intenso.

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos adaptados como lisímetros de drenagem com 20 L de capacidade. Na base foi colocada uma camada de 3 cm de espessura de brita e uma manta geotêxtil para evitar a obstrução do sistema de drenagem. Cobrindo a superfície da base do recipiente, foi instalada uma mangueira transparente de 4 mm de diâmetro conectada à sua base, de modo a facilitar a drenagem, sendo acoplada a um recipiente plástico para coleta da água drenada. Em seguida, foram acondicionados 24 kg de um Neossolo (*Entisol*) de textura franco-arenosa, coletado na profundidade de 0-30 cm, proveniente do município de Lagoa Seca PB, cujos atributos físico-químicos, foram determinados conforme Teixeira et al. (2017): $\text{Ca}^{2+} = 2,60 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; $\text{Mg}^{2+} = 3,66 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; $\text{Na}^+ = 0,16 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; $\text{K}^+ = 0,22 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+} = 1,93 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; $\text{CTC} = 8,57 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; matéria orgânica = $1,36 \text{ dag kg}^{-1}$; $\text{P} = 6,8 \text{ mg kg}^{-1}$; $\text{pH em água (1:2,5)} = 5,90$; condutividade elétrica do extrato de saturação do solo = $0,19 \text{ dS m}^{-1}$; areia = $732,9 \text{ g kg}^{-1}$; silte = $142,1 \text{ g kg}^{-1}$; argila = 125 g kg^{-1} ; umidade a 33,42 kPa = $11,98 \text{ dag kg}^{-1}$; umidade a 1519,5 kPa = $4,32 \text{ dag kg}^{-1}$.

As adubações com fósforo e nitrogênio foram realizadas conforme recomendação contida em Novais et al. (1991), sendo aplicado 300 e 100 mg kg^{-1} de solo de P_2O_5 e N, respectivamente, nas formas de superfosfato simples (triturado para facilitar sua aplicação) e nitrato de cálcio. A recomendação de P_2O_5 e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ foi aplicada em cobertura, dividido em três aplicações iguais aos 15, 32 e 42 DAS para P, enquanto o N foi aplicado aos 19, 35 e 44 DAS. As aplicações de micronutrientes foram realizadas aos 27, 34, e 46 DAS utilizando-se solução de Ubyfol® ($\text{Mg}^{2+} = 1,1\%$; Boro = 0,85%; Cobre (Cu-EDTA) = 0,5%; Ferro (Fe-EDTA) = 3,4 %; Manganês (Mn-

EDTA) = 3,2%; Molibdênio = 0,05%; Zinco = 4,2%; contém 70% de agente quelante EDTA) na concentração de 1,5 g L⁻¹.

A água utilizada na irrigação de menor nível salino (0,8 dS m⁻¹) foi obtida diluindo-se a água do sistema público de abastecimento de Campina Grande (CEa = 1,21 dS m⁻¹), com água captada de chuvas (CEa=0,02 dS m⁻¹); o nível correspondente à CEa de 4,0 dS m⁻¹ foi preparado adicionando-se sais na forma de cloreto, de modo a se obter uma proporção equivalentes de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, relação esta predominante em fontes de água utilizada para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste do Brasil. O maior nível de salinidade da água de irrigação foi preparado considerando-se a relação entre CEa e concentração de sais, de acordo com Richards (1954), conforme a Eq. 1:

$$Q \text{ (mmolc L}^{-1}\text{)} = 10 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

Em que: Q = Quantidade de sais a ser aplicado (mmolc L⁻¹); CEa = Condutividade elétrica da água (dS m⁻¹).

A semeadura foi realizada com quatro sementes por lisímetro a 3 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante. Antes do semeio elevaram-se o teor de umidade do solo ao nível correspondente ao da capacidade de campo, utilizando-se água de baixa salinidade (0,8 dS m⁻¹). Após a semeadura, as irrigações foram realizadas diariamente, às 17 horas, aplicando-se, em cada recipiente, o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, cujo volume de água a ser aplicado nas plantas foi determinado pela Eq. 2:

$$VI = \frac{(Va - Vd)}{(1 - FL)} \quad (2)$$

Onde: VI = Volume de água a ser usado no próximo evento de irrigação (mL); Va = volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL); Volume de Vd drenado (mL) e FL = fração de lixiviação de 0,2.

Aos 14 DAS, iniciou-se a aplicação da água de maior nível salino, conforme os tratamentos estabelecidos.

As plantas foram tutoradas verticalmente, deixando-se o ramo principal e três ramos laterais por planta. A polinização foi realizada de forma artificial, com o uso de uma haste flexível, retirando-se o pólen e transportando-o para o estigma, entre às 06 h00min e 07h00min. Após a fecundação das flores realizou-se um raleio, deixando-se apenas um fruto por planta.

As trocas gasosas da mini-melanciaira foram avaliadas na fase de frutificação (55 DAS), através da condutância estomática - *g_s* (mol m⁻² s⁻¹), transpiração - *E* (mmol H₂O m⁻² s⁻¹), taxa de assimilação de CO₂ - *A* (μmol m⁻² s⁻¹) e concentração interna de CO₂ - *C_i* (μmol mol⁻¹). A partir desses dados, foram estimadas a eficiência instantânea no uso da água - *E_{iUA}* (*A/E*)

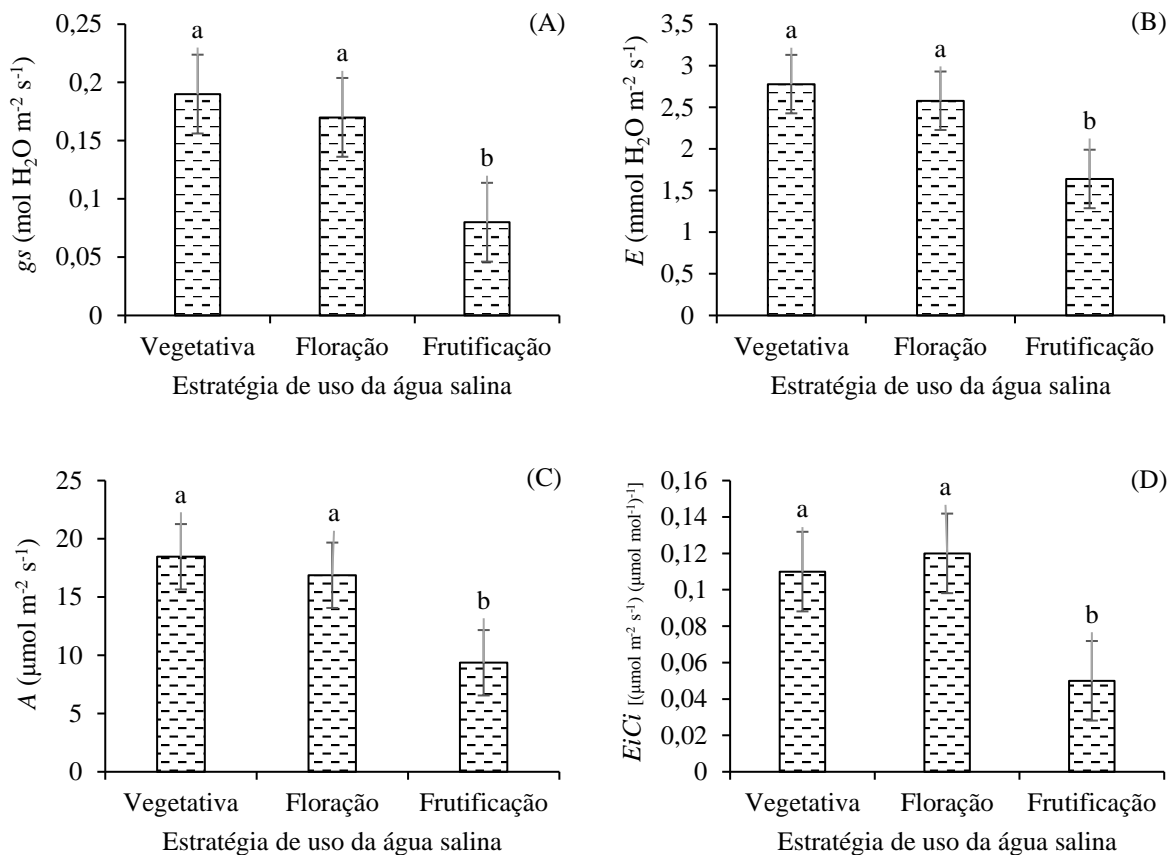
$[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}]$ e a eficiência instantânea da carboxilação - $EiCi (A/Ci)$ $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$ sob densidade de fluxo de fótons fotossintéticos de $1.200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e fluxo de ar de 200 mL min^{-1} . Tais medidas foram realizadas no horário entre 7 e 10 h da manhã, com um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gas Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK).

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância, foi realizado o teste de comparação de médias por Tukey ($p < 0,05$) para as estratégias de manejo da salinidade e para as doses de potássio utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estratégias de uso da água salina (EUS) influenciaram de forma significativa as trocas gasosas de mini-melanciaeira. Verifica-se que a condutância estomática – g_s , a transpiração – E , a taxa de assimilação de CO_2 – A , a eficiência intrínseca da carboxilação – $EiCi$, e a eficiência do uso da água – $EiUA$ (Figura 1A, 1B, 1C, 1D e 2A respectivamente) das plantas sob CEa de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ na fase de frutificação obtiveram menores valores em comparação aos que receberam estresse nas fases vegetativa e de floração.

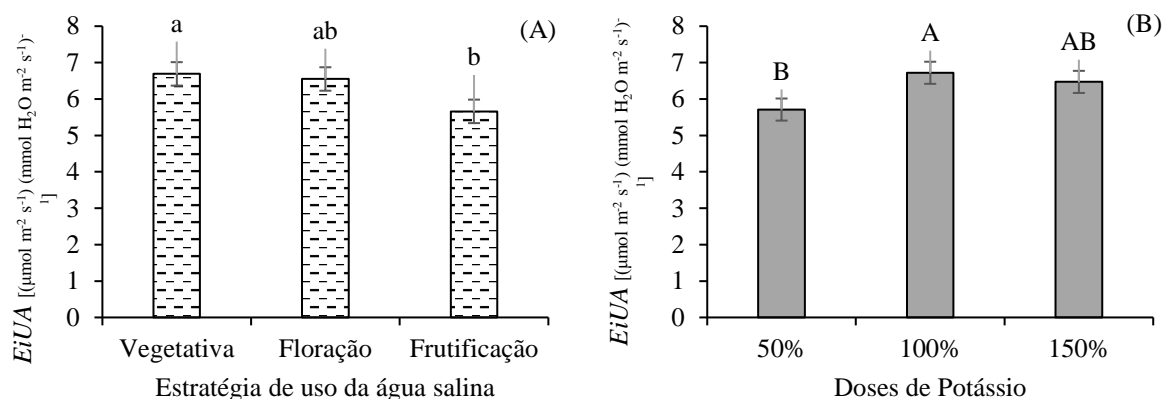
A redução ocorrida nas trocas gasosas das plantas sob elevada salinidade na fase de frutificação tenha ocorrido devido as plantas de mini-melanciaeira irrigadas nas fases VE e FL ter se recuperado do estresse e nessa fase estavam sendo irrigadas com maior CEa ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$), o que pode ter diminuído a atividade fotossintética, culminando na diminuição dos parâmetros de trocas gasosas citados anteriormente, em decorrência da redução da disponibilidade hídrica nas plantas ocasionado pelo estresse salino (TAIZ et al., 2017). Outrossim o estresse salino aplicado sob as plantas na fase de frutificação pode ter causado a redução do potencial osmótico da solução do solo, diminuindo a disponibilidade de água para as plantas, ocasionando um estresse hídrico, que pode ter ocasionado o fechamento estomático, refletindo nos parâmetros de trocas gasosas (SÁ et al., 2018).



Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo Tukey ($p < 0,05$). Barra vertical representa o erro padrão da média ($n=3$).

Figura 1. Condutância estomática – g_s (A), transpiração – E (B), taxa de assimilação de CO_2 – A (C) e eficiência intrínseca da carboxilação – $EiCi$ (D) em função das estratégias do uso da água salina aos 55 dias após a semeadura.

A dose de 100% da recomendação de potássio favoreceu em maior $EiUA$ das plantas de melanciaira (Figura 2B), porém não diferiu das plantas adubadas com 150% da recomendação. O aumento na $EiUA$ com o incremento na dose de potássio, ocorre devido as que funções que este elemento exerce na osmorregulação e é vital em diversos processos fisiológicos nas plantas, conforme citado por Shabala & Pottosin (2014), além disso, esse nutriente pode melhorar o balanço hídrico (PRAZERES et al., 2015; HASANUZZAMAN et al., 2018), justificando assim esse aumento na $EiUA$ das plantas de mini-melanciaira adubadas com 100% da recomendação de potássio.



Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo Tukey ($p < 0,05$). Barra vertical representa o erro padrão da média ($n=3$).

Figura 2. Eficiência do uso da água – *EiUA* de mini-melancieira ‘Sugar Baby’ em função das estratégias de uso da água salina (A) e das doses de potássio (B) aos 55 dias após a semeadura.

CONCLUSÕES

A mini-melancieira ‘Sugar Baby’ apresentou maior sensibilidade ao estresse salino na fase de frutificação com diminuição nas trocas gasosas.

A dose com 100% da recomendação de potássio proporcionou maior eficiência do uso da água das plantas de mini-melancieira ‘Sugar Baby’.

REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29 revisado.
- BARBOSA, F. S.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R.; FARIAS, G. C.; SILVA JÚNIOR, R. J. C.; LAGE, Y. A.; HERNANDEZ, F. F. F. Productivity and ion content in maize irrigated with saline water in a continuous or alternating system. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1731-1737, 2012.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S. de; SOARES FILHO, W. dos S.; SANTOS, R. T. dos. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v. 27, p. 17-27, 2014.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- HASANUZZAMAN, M.; BHUYAN, M. H. M. B.; NAHAR, K.; HOSSAIN, M. S.; MAHMUD, J. A.; HOSSSEN, M. S.; MASUD, A. A. C.; MOUMITA; FUJITA, M. Potassium:

- A vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. **Agronomy**, v. 31, p. 1-29, 2018.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal 2019**. 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 29 abr. de 2021.
- LIMA, G. S. de; DIAS, A. S.; SOUZA, L. de P.; SÁ, F. V. da S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A. Effects of saline water and potassium fertilization on photosynthetic pigments, growth and production of West Indian cherry. **Revista Ambiente & Água**, v. 13, p. e2164, 2018.
- NASCIMENTO, T. L. do; SOUZA, F. de F.; DIAS, R. de C. S.; SILVA, E. F. da. Agronomic characterization and heterosis in watermelon genotypes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, p. 170-177, 2018.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. **Ensaio em ambiente controlado**. In: OLIVEIRA A. J. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa-SEA. p.189-253. 1991.
- OLIVEIRA, F. A.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; ARAÚJO, E. B. G.; SOUTO, L. S.; ANDRADE, R. A.; SILVA, M. K. N. Emergência e crescimento inicial de plântulas de beterraba cv. Chata do Egito sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, p. 01-06, 2015.
- PRAZERES, S. da S.; LACERDA, C. F. de; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAUJO, I. C. da S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente**, v. 9, p. 111-118, 2015.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U. S. Department of Agriculture. 160p. (USDA, Agriculture Handbook, 60). 1954.
- SÁ, F. V. da S.; FERREIRA NETO, M.; LIMA, Y. B. de; PAIVA, E. P. de; PRATA, R. C.; LACERDA, C. F.; BRITO, M. E. B. Growth, gas exchange and photochemical efficiency of the cowpea bean under salt stress and phosphorus fertilization. **Comunicata Scientiae**, v. 9, p. 668-679, 2018.
- SANTOS, M. R. E.; BRITO, C. F. B. Irrigação com água salina, opção agrícola consciente. **Revista Agrotecnologia**, v. 7, p. 33-41, 2016.
- SHABALA, S.; POTTOSIN, I. Regulation of potassium transport in plants under hostile conditions: implications for abiotic and biotic stress tolerance. **Physiologia Plantarum**, v. 151, p. 257-279, 2014.

SOUSA, H. C.; SOUSA, G. G. de; LESSA, C. I. N.; LIMA, A. F. da S.; RIBEIRO, R. M. R.; RODRIGUES, F. H. da C. Growth and gas exchange of corn under salt stress and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, p. 174-181, 2021.

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

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.