

PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA ACLIMATAÇÃO DE MINI MELANCIA SUBMETIDA AO ESTRESSE SALINO

Luana Lucas de Sá Almeida Veloso¹, Carlos Alberto Vieira de Azevedo², Geovani Soares de Lima³, Reginaldo Gomes Nobre⁴, Cassiano Nogueira de Lacerda⁵, Leandro de Pádua Souza⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar a aplicação de peróxido de hidrogênio, como atenuante da salinidade sob as trocas gasosas de mini melancia. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação- (0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 dS m⁻¹) e quatro concentrações de peróxido de hidrogênio (0; 15; 30 e 45 µM), com quatro repetições. A irrigação com água de até 2,4 dS m⁻¹ não prejudicou a condutância estomática e transpiração das plantas de mini melancia, aos 70 dias após a semeadura. As concentrações de 25 e 21 µM de peróxido de hidrogênio mitigou os efeitos da salinidade sobre a condutância estomática e a transpiração de plantas de mini melancia. A concentração intercelular de CO₂ não foi prejudicada pelo aumento da salinidade até 3,2 dSm⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus*, salinidade, estresse oxidativo

HYDROGEN PEROXIDE IN THE ACLIMATATION OF MINI WATERMELON SUBMITTED SALINE STRESS

ABSTRACT: The objective was to evaluate the application of hydrogen peroxide, as a saline attenuator under gas exchange of mini watermelon. The experiment was conducted in a randomized block design, in a 4 x 4 factorial scheme, with four levels of electrical conductivity of irrigation water (0.8; 1.6; 2.4 and 3.2 dS m⁻¹) and four concentrations of hydrogen peroxide (0; 15; 30 and 45 µM), with four replications. Irrigation with water of up to 2.4 dS m⁻¹ did not affect the stomatal conductance and transpiration of mini watermelon plants, at 70 days after sowing. The concentrations of 25 and 21 µM of hydrogen peroxide

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, rua Aprígio Veloso, 882, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. Fone (83) 21101000. e-mail: Luana_lucas_15@hotmail.com.

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

³ Prof. Doutor, Depto de Ciências e Tecnologia, UFRSA, Caraúbas, RN.

⁴ Prof. Doutor, Centro de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB.

⁵ Pós-Doc., Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁶ Doutorando em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

mitigated the effects of salinity on stomatal conductance and transpiration of mini watermelon plants. The intercellular concentration of CO₂ was not affected by the increase in salinity up to 3.2 dSm⁻¹.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus*, salinity, oxidative stress

INTRODUÇÃO

Os produtores de frutas e hortaliças da região semiárida do Nordeste brasileiro tem sua produção limitada pelo excesso de sais na água de irrigação. O uso da água salina pode afetar drasticamente a fisiologia, o crescimento e a produtividade das culturas sensíveis ao estresse em virtude dos efeitos de natureza osmótica e iônica que reduz o potencial osmótico do solo, afetando a capacidade de absorção de água pelas raízes e pela toxicidade de íons, como o Na⁺ e Cl⁻ (NOBREGA et al., 2020).

A melancia (*Citrullus lanatus*) é uma olerícola de grande importância econômica para a região nordeste e é considerada uma planta moderadamente sensível à salinidade, onde, valores 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ reduzem a produção em 25 e 50%, respectivamente (SUÁREZ-HERNÁNDEZ et al., 2019). Desta forma, estudos com peróxido de hidrogênio (H₂O₂) têm sido realizados para verificar a sua capacidade em promover o aumento da tolerância das plantas ao estresse salino (SOUZA et al., 2019; SANTOS et al., 2020).

O H₂O₂ é uma espécie reativa de oxigênio que, quando aplicado em quantidade adequadas atua como uma molécula sinalizadora do estresse, induzindo a tolerância por meio de mudanças metabólicas que favorecem a aclimatação das plantas a condições adversas (SILVA et al., 2020). Assim, acredita-se que a aplicação exógena de H₂O₂, pode mitigar os efeitos deletérios dos sais nas culturas agricultáveis a exemplo da melancia.

Isto posto, objetivou-se com a pesquisa avaliar as trocas gasosas das plantas de mini melancieira ‘Sugar Baby’ em função da salinidade da água de irrigação e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em vasos adaptados a lisímetros de drenagem com 20 L de capacidade, durante os meses de abril e julho de 2020 em casa de vegetação do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Campina Grande - PB, Brasil.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da associação de quatro níveis 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, 15, 30 e 45 µM).

Utilizou-se no experimento a espécie de melancia 'Sugar Baby', por possuir ciclo precoce, com colheita realizada a partir dos 75 dias após o plantio. É uma planta rústica, com folhagem vigorosa e tolerante a altas temperaturas. Apresenta frutos redondos, com casca verde escura, polpa macia, cor vermelha intensa e alto teor de açúcar (SILVA et al., 2019).

As plantas de mini melancia cv. Sugar Baby foram conduzidas em vasos de 20 L adaptados a lisímetros de drenagem, preenchido com 24 kg de solo de textura franco-arenosa (camada 0-30 cm), coletado no município Esperança-PB. Na base de cada vaso, foi colocado 300 g brita (Nº 0) envolvida em geotêxtil não tecido (Bidim OP 30) para facilitar a passagem para o coletor de água drenada localizada na base dos vasos, que logo abaixo. A caracterização quanto aos atributos físico-químicos (Tabela 1) foi realizado conforme metodologias de Teixeira et al. (2017).

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

| Características químicas | | | | | | | | | |
|---|---------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------|
| pH (H ₂ O) (1:2, 5) | MO % | P (mg kg ⁻¹) | K ⁺ | Na ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ + H ⁺ | PST (%) | CEes (dS m ⁻¹) |
| | | |(cmolc kg ⁻¹) | | | | | | |
| 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 textural | Umidade (kPa) | | AD | Porosidade total % | DA | DP |
| Areia | Silte | Argila | | 33,42 | 1519,5 | | | | |
| 732,9 | 142,1 | 125,0 | FA | 11,98 | 4,32 | 7,66 | 47,74 | 1,39 | 2,66 |

MO- 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

As águas salinas, foram preparadas mediante adição dos sais de NaCl, CaCl₂ e MgCl₂ na proporção equivalente de 7:2:1, em água de abastecimento local (CEa = 0,38 dS m⁻¹) com base na relação entre CEa e a concentração de sais (10*mmolc L⁻¹ = CEa dS m⁻¹). Essa proporção é comumente encontrada em fontes de água utilizadas para irrigação em pequenas propriedades do Nordeste (MEDEIROS, 1992), com base na relação entre CEa e a concentração de sais (mmolc L⁻¹ = 10*CEa dS m⁻¹) estabelecida por Richards (1954).

As diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), previamente estabelecidas, foram obtidas pela diluição do H₂O₂ em água destilada, já a concentração

referente à testemunha (0 μM) utilizou-se apenas água destilada. A aplicação das concentrações de H_2O_2 foi realizada via embebição da semente. Antecedendo o semeio, as sementes de mini melancia cv. Baby foram embebidas nas concentrações dos respectivos tratamentos por um período de 24 h; as sementes do tratamento controle (0 μM) foram embebidas em água destilada pelo mesmo período de tempo.

Após o semeio, a irrigação foi realizada diariamente aplicando-se, em cada vaso, um volume determinado de acordo com a necessidade hídrica das plantas, estimada pela relação entre volume de água aplicado e o drenado, acrescido de uma fração de lixiviação de 0,10.

A irrigação com as águas salinas, iniciou-se aos 15 dias após o semeio, haja vista, o surgimento do segundo par de folhas verdadeira, sendo feita manualmente às 17 h. A adubação com nitrogênio, potássio e fósforo foi realizada em cobertura, baseando-se em recomendação de Novais et al. (1991). Foi utilizado como fonte de N a ureia, de fósforo o fosfato monoamônio e de potássio o cloreto de potássio. Foram realizadas aos 20, 35, 50 dias após o semeio (DAS).

Para suprir as deficiências de micronutrientes, foram aplicados 2,5 g L^{-1} de um Quimifol om a seguinte composição N (15%); P_2O_5 (15%); K_2O (15%); Ca (1%); Mg (1,4%); S (2,7%); Zn (0,5%); B (0,05%); Fe (0,5%); Mn (0,05%); Cu (0,5%) e Mo (0,02%), nas faces adaxial e abaxial.

O efeito dos tratamentos foi determinado por meio da condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração interna de CO_2 . Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de probabilidade de 0,05, e quando significativo, foi realizado análise de regressão linear e quadrática, para o fator níveis de salinidade da água e concentrações de H_2O_2 , utilizando-se o software estatístico SISVAR – ESAL (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

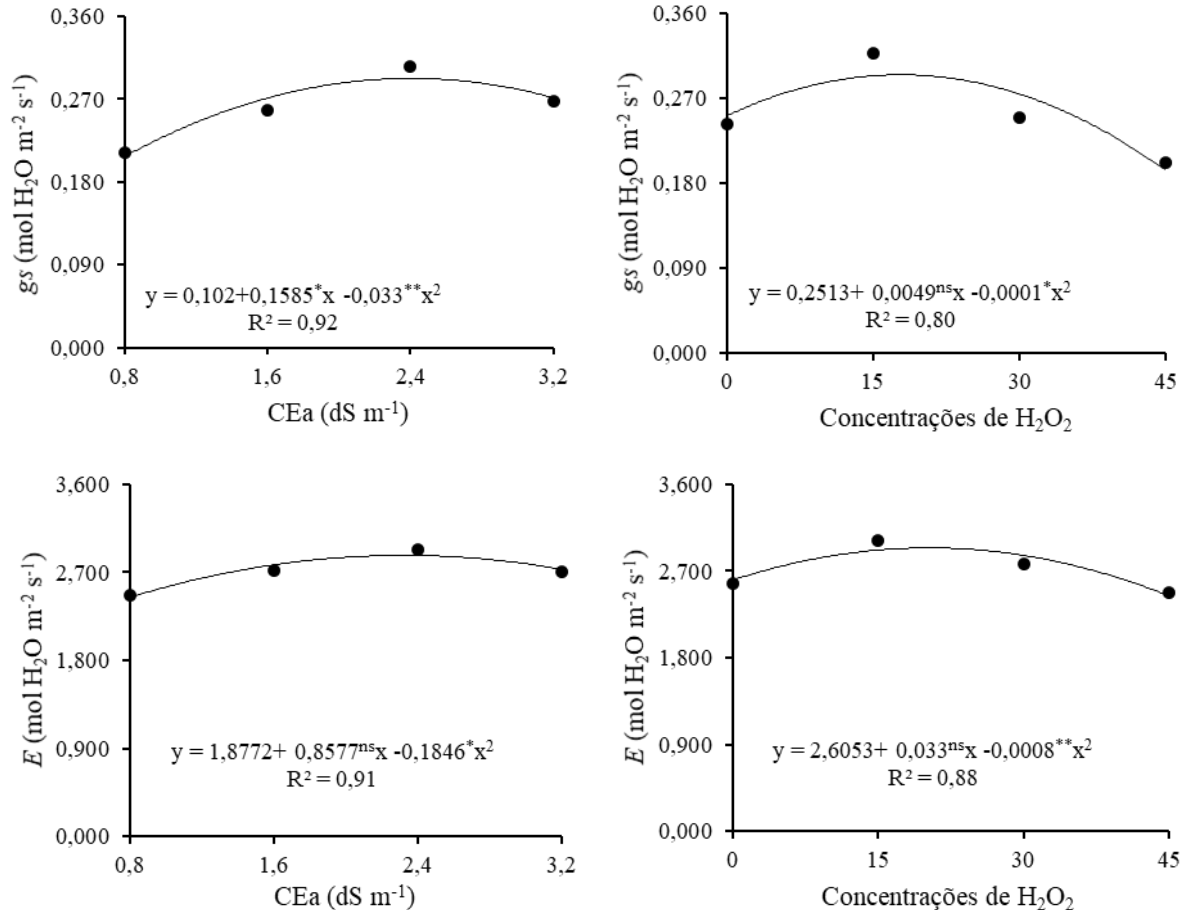
Baseando-se no resumo do teste F (Tabela 2), os níveis de salinidade da água de irrigação influenciaram significativamente a condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração interna de CO_2 (Ci). As concentrações de H_2O_2 influenciaram significativamente a gs e E . No entanto, não houve interação significativa entre o nível salino e as concentrações de H_2O_2 para as variáveis analisadas.

Tabela 2. Resumo da análise de teste F para condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO_2 (Ci) e taxa de assimilação líquida (A) de plantas de mini melancia ‘Sugar Baby’ irrigadas com água salina e concentrações de peróxido de hidrogênio aos 70 dias após o semeio.

| Fator de variação | Teste F | | | |
|--|-----------|----------|-----------|-------|
| | <i>gs</i> | <i>E</i> | <i>Ci</i> | A |
| Níveis salinos - NS | * | * | * | ns |
| Regressão Linear | * | ns | ** | ns |
| Regressão quadrática | * | * | * | ns |
| Peróxido de Hidrogênio - H ₂ O ₂ | * | * | ns | ns |
| Regressão Linear | ns | ns | ns | ns |
| Regressão quadrática | * | * | ns | ns |
| Interação (Ns x H ₂ O ₂) | ns | ns | ns | ns |
| Bloco | ns | ** | ** | ns |
| CV (%) | 18,49 | 10,02 | 5,01 | 14,89 |

ns, **, *, respectivamente não significante, significantes nos níveis de probabilidade de $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação proporcionou um comportamento quadrático na condutância estomática (*gs*) de mini melancia (Figura 1A), cujo valor máximo estimado ($0,2932 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) foi obtido nas plantas submetidas a CEa de $2,4 \text{ dS m}^{-1}$, com decréscimo a partir deste nível salino. As plantas quando estão em condições de estresse salino fecham os estômatos como mecanismo de aclimação para evitar a perda excessiva de água, porém esse mecanismo pode afetar a atividade fotossintética e limitar a entrada de CO₂ pelos poros estomáticos; podendo causar uma redução na produção de fotoassimilados, afetando o crescimento e a produtividade das plantas (COELHO et al., 2018).



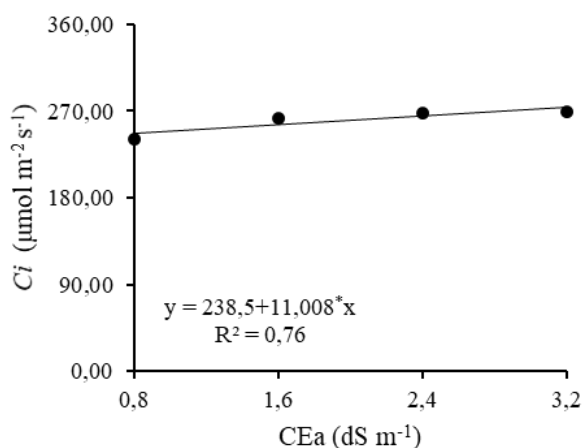


Figura 1. Condutância estomática - g_s e transpiração - E de mini melancia em função da salinidade da água (A e C, respectivamente) e das concentrações de peróxido de hidrogênio (B e D, respectivamente); concentração interna de CO_2 - C_i em função da salinidade da água (E), aos 70 dias após a semeadura.

De acordo com a figura 1B, verifica-se que o incremento das concentrações de H_2O_2 propiciou um aumento da condutância estomática das plantas de mini melancia ($0,3113 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) até a concentração de $25 \mu\text{M}$, logo após comportando-se de forma decrescente atingindo o valor de $0,2693 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na concentração de $45 \mu\text{M}$ de H_2O_2 .

A transpiração das plantas de mini melancia (Figura 1D) melhor se ajustou ao modelo quadrático, obtendo-se o valor máximo da E na concentração de $21 \mu\text{M}$ ($2,9455 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e valor mínimo nas plantas que receberam a concentração de $45 \mu\text{M}$ ($2,4703 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Provavelmente, este resultado está relacionado as mudanças metabólicas que baixas concentrações de H_2O_2 exercem sobre a planta a partir do seu papel como molécula de sinalização, tornando a planta capaz de sobreviver em condições de estresse (BARTEX et al., 2014).

O incremento da salinidade da água de irrigação promoveu o aumento da transpiração (Figura 1C) das plantas de mini melancia, alcançando o valor máximo na CEa de $2,4 \text{ dS m}^{-1}$ ($2,8734 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), ocorrendo, a partir desta concentração, uma redução na transpiração atingindo o valor de $2,7315 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na CEa de $3,2 \text{ dS m}^{-1}$.

A concentração intercelular de CO_2 (C_i) teve aumento linear de $4,61 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ com o incremento unitário da CEa, logo, plantas irrigadas com água de $3,2 \text{ dSm}^{-1}$ tiveram a concentração interna de CO_2 11,07% maior de que as irrigadas com água de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$. Este tipo de comportamento evidencia a ocorrência não só de dano ao aparato fotossintético na etapa de carboxilação, mas também, aumento no processo de fotorrespiração, já que a Rubisco como oxigenase é quem catalisa o primeiro passo dessa rota (SOARES et al., 2013)

CONCLUSÕES

A irrigação com água de até 2,4 dS m⁻¹ não prejudica a condutância estomática e transpiração de plantas de mini melancia, aos 70 dias após a semeadura. As concentrações de 25 e 21 µM de peróxido de hidrogênio mitiga os efeitos da salinidade sobre a condutância estomática e transpiração de plantas de mini melancia. A concentração intercelular de CO₂ não foi prejudicada pelo aumento da salinidade até a condutividade de 3,2 dS m⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAXTER, A.; MITTLER, R.; SUZUKI, N. EROS as key players in plant stress signalling. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 5, p. 1229-1240, 2014.
- COELHO, D. S.; SIMÕES, W. L.; SALVIANO, A. M.; MESQUITA, A. C.; ALBERTO, KEILA DA C. Gas exchange and organic solutes in forage sorghum genotypes grown under different salinity levels. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 4, p. 231-236, 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
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE**. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.
- NÓBREGA, J. S.; SILVA, T. I. da; RIBEIRO, J. E. da S.; VIEIRA, L. de S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; FÁTIMA, R. T. de; DIAS, T. J. Emergência e crescimento inicial de melancia submetida a salinidade e doses de ácido salicílico. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, n. 7, v. 2, p. 162-171, 2020.
- 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, DF: Embrapa-SEA, 1991. p. 189-253.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, US: Agriculture Handbook, 1954.
- SANTOS, L. C. dos; SILVA, S. T. de A.; MEDEIROS, C. R. de, SANTOS, A. V. D. dos; SEVERO, P. J. da S.; MEDEIROS, J. E. de; PEREIRA, J. D. A. Hydrogen peroxide as an

attenuant to saline stress in the formation of red pita child (*Hylocereus costaricensis*). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 27295-27308, 2020.

SILVA, F. D. A. da; DIAS, M. dos S.; SILVA, L. J. da; SANTOS, R. H. S. do; BATISTA, M. C. Crescimento inicial do meloeiro sob salinidade da água e aplicação exógena de H₂O₂. **Meio Ambiente**, v. 1, n. 3, p. 02-08, 2020.

SILVA, S. S.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; LUCENA, R. C. M. Gas exchanges and production of watermelon plant under salinity management and nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, n. 1, e54822, 2019.

SOARES, L. A. A.; FURTADO, G. F.; ANDRADE, E. M. G.; SOUSA, J. R. M.; GUERRA, H. O. C.; NASCIMENTO, R. Troca de CO₂ do feijão-caupi irrigado com água salina e fertilização nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 3, p. 30-37, 2013.

SOUZA, L. de P.; NOBRE, R. G.; FATIMA, R. T.; PIMENTA, T.; DINIZ, G. L.; BARBOSA, J. L. Morfofisiologia e qualidade de porta-enxerto de cajueiro sob peróxido de hidrogênio e estresse salino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 3, p. 3477, 2019.

SUÁREZ-HERNÁNDEZ, Á. M.; VÁZQUEZ-ANGULO, J. C.; GRIMALDO-JUÁREZ, O.; DURAN, C. C.; GONZÁLEZ-MENDOZA, D.; BAZANTE-GONZÁLEZ, I.; MENDOZA-GÓMEZ, A. Production and quality of grafted watermelon in saline soil. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 2, p. 215-220, 2019.