

SALINIDADE E ÁCIDO SALICÍLICO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MELANCIA

Salinity and salicylic acid in the initial development of watermelon

Salinidad y ácido salicílico en el desarrollo inicial de la sandía



Revista
Desafios

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

Jackson Silva Nóbrega^{*1}, Toshik Iarley da Silva², João Everthon da Silva Ribeiro¹, Leonardo de Sousa Vieira³, Francisco Romário Andrade Figueiredo³, Reynaldo Teodoro de Fátima⁴, Riselane de Lucena Alcântara Bruno¹, Thiago Jardelino Dias¹

¹ Programa de Póa-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, Paraíba, Brasil.

² Programa de Póa-Graduação em Fitotecnia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

³ Programa de Póa-Graduação em Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

⁴ Programa de Póa-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

**Correspondência: Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, Rodovia BR 079 - Km 12, CEP: 58.397-000, Paraíba, Brasil. E-mail: jacksonnobreaga@hotmail.com*

Artigo recebido em 31/12/2019 aprovado em 16/04/2020 publicado em 19/07/2020.

RESUMO

A melancia é uma olerícola relevante para o Brasil, inclusive para a região Nordeste. No entanto, a sua produção é afetada pelo excesso de sais na água de irrigação dessa região. O ácido salicílico é uma substância que vem sendo utilizada como mitigadora dos efeitos desse estresse sobre as plantas. Assim, objetivou-se avaliar o tratamento de sementes com ácido salicílico como atenuante da salinidade sob o crescimento inicial de melancia. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial incompleto 5 x 5, sendo cinco condutividades elétricas da água de irrigação (CEa - 0,50; 1,01; 2,25; 3,49 e 4,00 dS m⁻¹) e concentrações de ácido salicílico (AS - 0,00; 0,15; 0,50; 0,85 e 1,00 mM), com quatro repetições de 50 sementes e 36 parcelas, totalizando 9 combinações geradas através da matriz Composto Central de Box. Foram avaliados a porcentagem e índice de velocidade de emergência, comprimento de raiz, parte aérea e de plântulas e massa seca de plântulas. Não houve efeito significativo para a interação entre os fatores avaliados. O aumento da CEa afetou negativamente a velocidade de emergência, o comprimento e a massa seca de plântulas. A dose de 1,0 mM de ácido salicílico estimulou o crescimento da parte aérea e de plântulas.

Palavras-chave: Estresse salino, fitormônio, tratamento de sementes

ABSTRACT

Watermelon is a relevant olericola for Brazil, including the Northeast region. However, its production is affected by the excess of salts in the irrigation water of this region. Salicylic acid is a substance that has been used to mitigate the effects of these stresses on plants. Thus, the objective was to evaluate the treatment of seeds with salicylic acid as salinity attenuator under the initial growth of watermelon. The experiment was conducted in a randomized complete block design with incomplete 5 x 5 factorial scheme, with five electrical conductivity of the irrigation water

(EC_w - 0.50; 1.01; 2.25; 3.49 and 4.00 $dS m^{-1}$) and five salicylic acid concentrations (SA - 0.00; 0.15; 0.50; 0.85 and 1.00 mM), with four replications of 50 seeds and 36 plots, totaling 9 combinations generated through the Box Central Compound matrix. The percentage and index of emergence velocity, root, shoot and seedling length and seedling dry mass were evaluated. There was no significant effect on the interaction between the evaluated factors. Increasing EC_w negatively affected seedling emergence speed, length and dry mass. The 1.0 mM dose of salicylic acid stimulated shoot and seedling growth.

Keywords: Saline stress, phytohormonium, seed treatment

RESUMEN

La sandía es una olerícola relevante para Brasil, incluida la región noreste. Sin embargo, su producción se ve afectada por el exceso de sales en el agua de riego de esta región. El ácido salicílico es una sustancia que se ha utilizado para mitigar los efectos de estas tensiones en las plantas. Por lo tanto, el objetivo fue evaluar el tratamiento de semillas con ácido salicílico como atenuador de salinidad bajo el crecimiento inicial de la sandía. El experimento se realizó en un diseño de bloques completos al azar con un esquema factorial incompleto de 5 x 5, con cinco conductividad eléctrica del agua de riego (E_{Ca} - 0.50; 1.01; 2.25; 3.49 y 4.00 $dS m^{-1}$) y cinco concentraciones de ácido salicílico (AS - 0.00; 0.15; 0.50; 0.85 y 1.00 mM) con cuatro repeticiones de 50 semillas y 36 parcelas, totalizando 9 combinaciones generadas por la matriz del Compuesto Central de la Caja. Se evaluaron el porcentaje y el índice de velocidad de emergencia, la raíz, el brote y la longitud de las plántulas y la masa seca de las plántulas. No hubo un efecto significativo sobre la interacción entre los factores evaluados. El aumento de la E_{Ca} afectó negativamente la velocidad, longitud y masa seca de las plántulas. La dosis de 1,0 mM de ácido salicílico estimuló el crecimiento de brotes y plántulas.

Descriptores: Estrés salino, fitohormonio, tratamiento de semillas.

INTRODUÇÃO

A melanciaira (*Citrullus lanatus* L. - Cucurbitaceae) é originária de países da África e da Índia. Essa olerícola é cultivada em todo o Brasil, sendo o Nordeste a principal região produtora, com aproximadamente 35% da produção nacional (Oliveira *et al.*, 2016).

As condições edafoclimáticas da região semiárida nordestina podem se tornar um fator limitante à produtividade agrícola, especialmente pela escassa disponibilidade hídrica. Além da escassez hídrica, a água disponível para irrigação nessa região (principalmente as de mananciais subterrâneos) possui elevados teores de sais dissolvidos, especialmente o sódio (Na^+) e cloro (Cl^-) (Paiva *et al.* 2016).

A salinidade pode promover sérios danos que afetam diretamente o crescimento e produtividade das plantas. Esses danos podem ser de origem osmótica ou iônica, por meio da redução do potencial osmótico do solo, afetando a capacidade de absorção de água pelas

raízes e pela toxicidade de íons, como o Na^+ e Cl^- (Nóbrega *et al.*, 2018a; Wanderley *et al.*, 2018).

A aplicação exógena de ácido salicílico vem sendo utilizada como uma técnica para minimizar os efeitos deletérios dos sais sobre as plantas. O ácido salicílico é um composto fenólico que age na sinalização e ativação de genes que atuam como mecanismos de defesa da planta contra os efeitos do estresse bióticos e abióticos (Methenni *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2018).

Este composto é um regulador dos mecanismos de defesa da planta, atuando na modulação de enzimas que exercem papéis fundamentais nos processos fisiológicos e bioquímicos, como na germinação, fotossíntese e glicólise (Nazar *et al.*, 2015). Sendo assim, pode ser considerado um hormônio vegetal.

A aplicação exógena de ácido salicílico tem como propósito o desenvolvimento de mecanismos que possibilitem a planta ter melhor desempenho e

resistência ao efeito de condições estressantes (Gomes *et al.*, 2018; Figueiredo *et al.*, 2019).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ácido salicílico como atenuante da salinidade na emergência e crescimento inicial de plantas de melancia (*Citrullus lanatus*).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, Paraíba, Brasil. A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação com temperatura média de 28,4 °C e umidade relativa de 54,8% e duração de 15 dias. As sementes utilizadas foram da cultivar Crimson Sweet, adquiridas em casa comercial.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com esquema fatorial incompleto 5 x 5, com quatro repetições de 50 sementes. Os tratamentos resultaram da combinação de cinco condutividades elétricas da água de irrigação e cinco concentrações de ácido salicílico, com valor mínimo ($-\alpha$) e máximo (α) respectivamente de 0,5 e 5,5 ds m⁻¹ e 0,0 e 10 ml L⁻¹, totalizando 9 tratamentos (Tabela 1), gerados através da matriz experimental Composto Central de Box (Mateus *et al.*, 2001).

Tabela 1. Tratamentos gerados pela matriz experimental Composto Central de Box

Tratamentos	CEai (dS m ⁻¹)	AS (mM)
T1	1,01	0,15
T2	1,01	0,85
T3	3,49	0,15
T4	3,49	0,85
T5	0,50	0,50
T6	4,00	0,50
T7	2,25	1,00
T8	2,25	0,00

T9 2,25 0,50

CEai: Condutividade elétrica da água de irrigação;

AS: Concentrações de ácido salicílico

O tratamento das sementes foi realizado por embebição nas concentrações de ácido salicílico por 12 horas sob temperatura ambiente. Posteriormente, a semeadura foi realizada em bandejas plásticas de 200 células, semeando-se uma semente por célula.

O substrato utilizado para a produção das mudas foi uma mistura de composto orgânico e Latossolo na proporção de 1:1, com as características químicas: pH (H₂O): 7,4; matéria orgânica (%): 4,08; P (mg dm³): 46,57; K⁺ (mg dm³): 46,57; Na⁺ (cmol. dm³): 0,22; Ca²⁺ (mg dm³): 5,57; Mg²⁺ (mg dm³): 3,92; Al³⁺ (mg dm³): 0,0; H⁺+Al³⁺ (mg dm³): 1,12; soma de bases (mg dm³): 9,84; capacidade de troca de cátions (mg dm³): 10,96; saturação por bases (%): 89,77.

As soluções salinas foram preparadas a partir de água obtida do sistema de abastecimento da UFPB (CEa de 0,5 dS m⁻¹) com adição de concentrações dos sais cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂.2H₂O) e cloreto de magnésio (MgCl₂.6H₂O) na proporção de 7:2:1, razão predominante nas principais fontes hídricas disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (Medeiros *et al.*, 2003).

A medição da condutividade elétrica das águas foi realizada com condutivímetro portátil microprocessado Instrutherm[®] (modelo CD-860). As irrigações com as águas salinas foram realizadas diariamente durante os turnos da manhã e tarde, sendo o manejo da irrigação medido através da lisimetria de drenagem (Alves *et al.*, 2017).

A avaliação da emergência foi realizada durante 15 dias após a semeadura, sendo considerado emergidas as plântulas com primórdios foliares completamente expostos acima da superfície do substrato. O índice de velocidade de emergência (IVE)

foi avaliado a partir de contagens diárias até o 15º dia (Maguire, 1962).

O comprimento da raiz e parte área foram obtidos com o auxílio de régua graduada, considerando raiz a parte abaixo do colo da plântula e parte área do colo ao ápice caulinar. O comprimento de plântulas foi obtido a partir do somatório da raiz e da parte aérea. Os resultados foram expressos em centímetro (cm).

A massa seca de plântulas foi estabelecida pelo método de estufa de circulação de ar forçada a 65 °C, onde as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e colocadas para secar até atingirem peso constante. Posteriormente, as amostras foram pesadas em balança analítica (0,001 g), e os resultados foram expressos em g plântulas⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico R (R Core Team, 2018). Em seguida, o erro padrão da média foi calculado para a produção dos gráficos. O gráfico de correlação de Pearson entre as variáveis ($P \leq 0,05$), foi produzido através do pacote estatístico corrplot (Wei e Simko, 2017) no programa estatístico R (R Core Team, 2018).

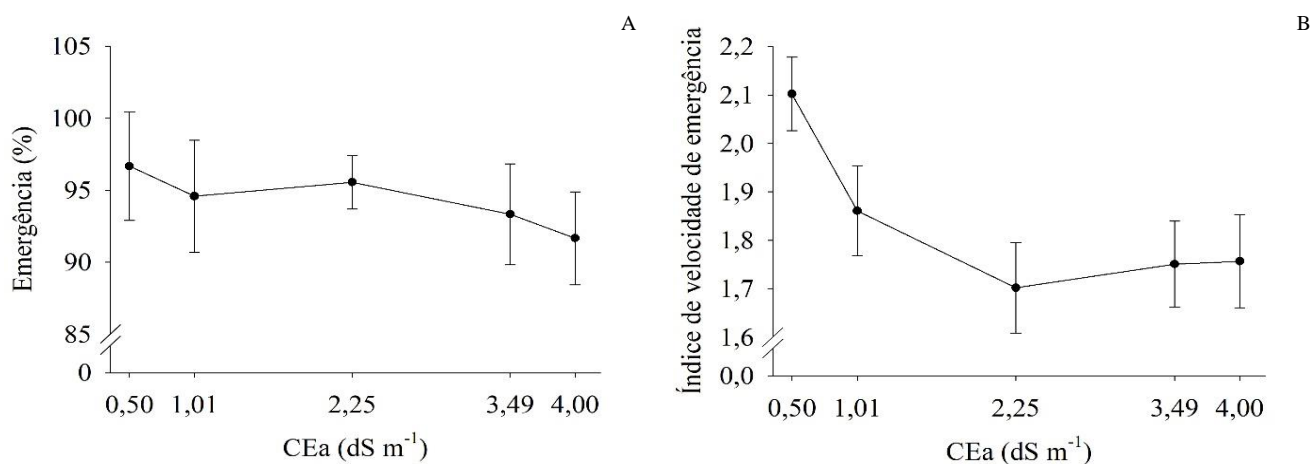
RESULTADOS E DISCUSSÃO

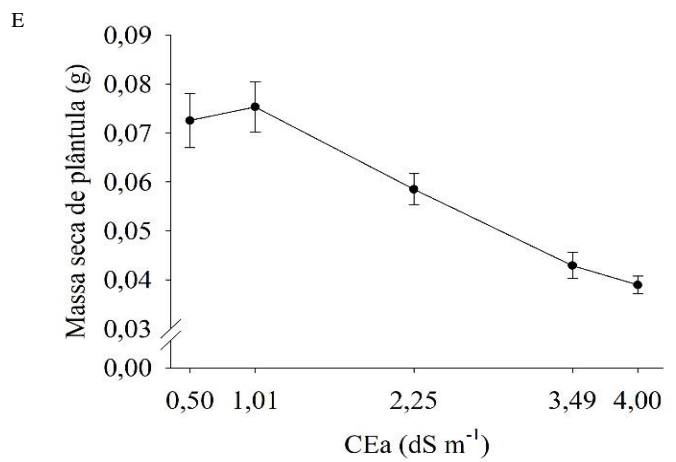
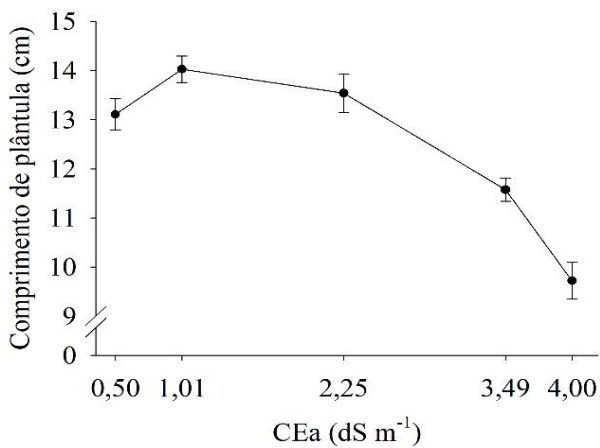
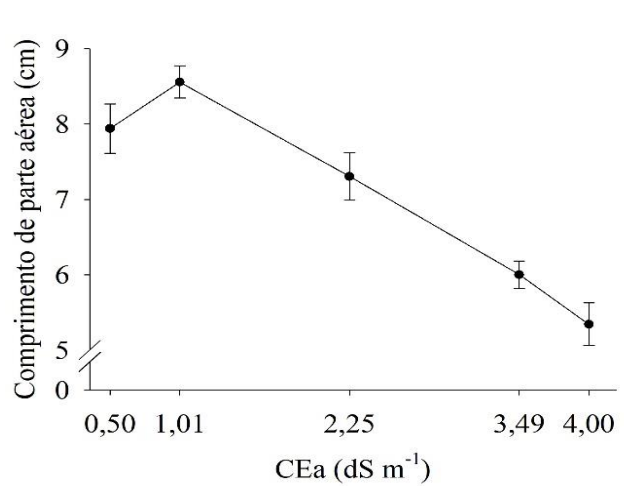
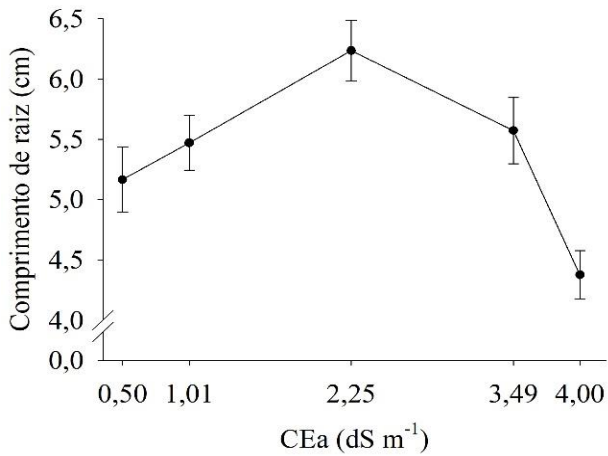
Não houve interação significativa entre os fatores avaliados, com isso, os fatores foram analisados de forma isolada. A condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) não afetou a porcentagem de emergência de plântulas de melancia, com média de 94,5% (Figura 1A).

Esse comportamento está relacionado ao baixo acúmulo de sais no início do processo de emergência e da capacidade da semente absorver água. Visto que o efeito da salinidade sobre este processo está associado ao tempo de exposição ao estresse salino, bem como da capacidade da planta promover a regulação para se proteger dos efeitos do estresse, evitando que o excesso de sais consiga chegar até o protoplasma e cause toxicidade e redução nos potenciais osmótico e hídrico (Nunes *et al.*, 2016).

Este comportamento foi observado em outros trabalhos com Cucurbitáceas, como pepino - *Cucumis sativus* L. (Albuquerque *et al.*, 2016), melão - *Cucumis melo* L. (Araújo *et al.*, 2016) e maxixe - *Cucumis anguria* L. (Souza Neta *et al.*, 2016).

Figura 1. Porcentagem de emergência (A), índice de velocidade de emergência (B) comprimento de raiz (C), comprimento de parte aérea (D), comprimento de plântula (E) e massa seca de plântula (F) de melancia (*Citrullus lanatus*) submetidas a condutividades elétricas da água de irrigação.





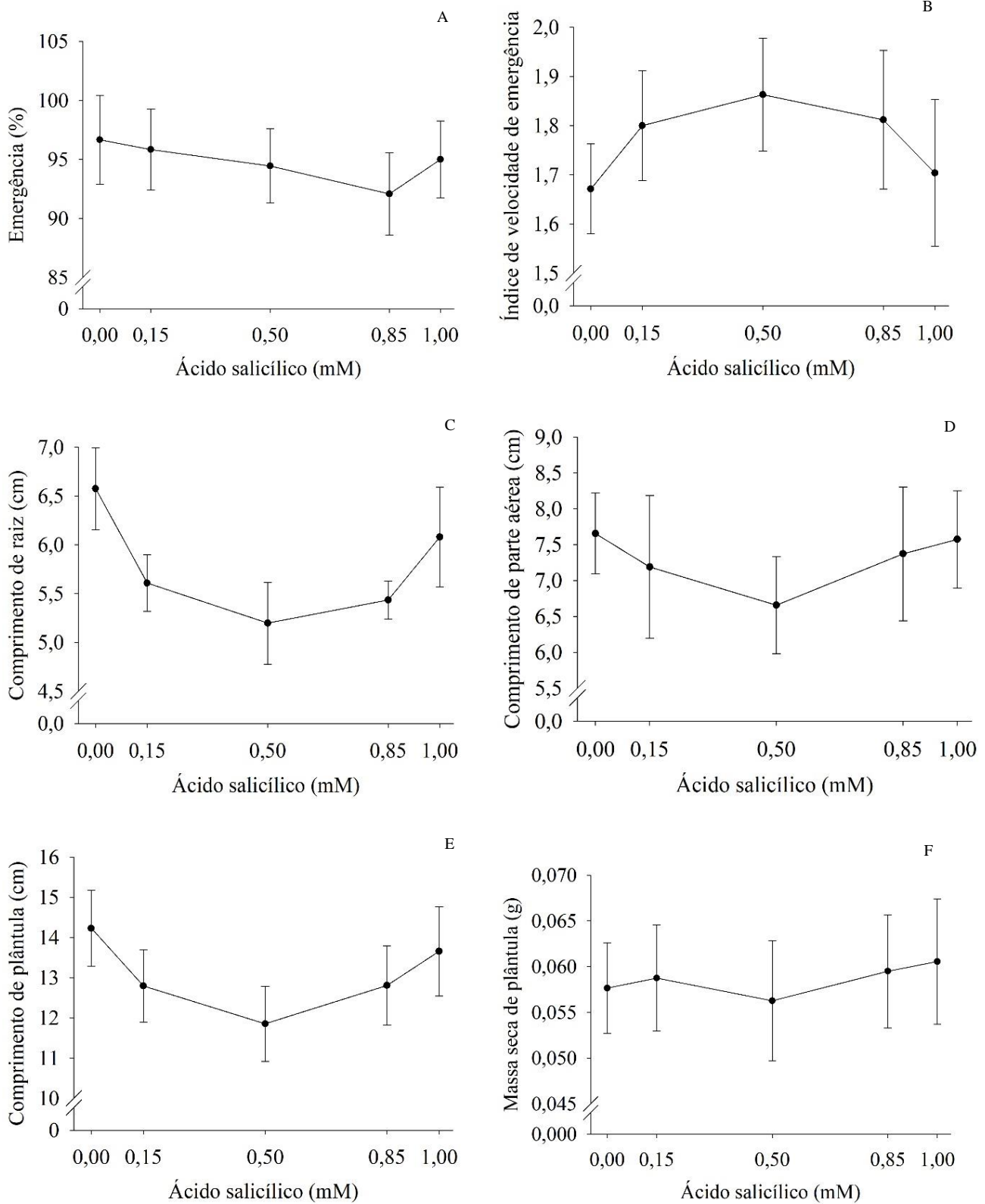
O vigor das sementes representado pelo índice de velocidade de emergência (IVE) foi afetado negativamente pelo aumento da CEa. O maior IVE (2,10) foi observado na CEa de 0,5 dS m⁻¹, diminuindo nas CEas subsequentes (Figura 1B). Esse efeito está relacionado ao excesso de sais acumulados no substrato, afetando a capacidade de absorção de água e promovendo alterações bioquímicas e osmóticas durante a fase de germinação e, posteriormente, a emergência das plântulas. Como comprovado por Souza *et al.* (2018) em maxixe (*Cucumis anguria* L.) e na emergência de diferentes cultivares de gergelim - *Sesamum indicum* L. (Nóbrega *et al.*, 2018b).

A elevação da salinidade promove efeito negativo sobre o potencial osmótico do substrato, reduzindo o potencial hídrico, e por consequência, a

capacidade de absorção de água pela plântula (Demontiêzo *et al.*, 2016), podendo ocasionar a diminuição do IVE.

O maior (6,24 cm) e menor (4,38 cm) comprimento da raiz foi observado nas CEas 0,5 e 4,0 dS m⁻¹, respectivamente, onde se observou decréscimo da raiz nas maiores CEas (Figura 2A). A diminuição do comprimento da raiz está associada ao maior teor de íons tóxicos nas CEas mais elevadas. Sendo esta redução relacionada ao contato direto das raízes com os sais contidos no meio (Guimarães *et al.*, 2013), que promovem a toxidez de íons específicos, especialmente o Na⁺ e Cl⁻, ao acumular-se nos tecidos vegetais (Albuquerque *et al.*, 2016).

Figura 2. Porcentagem de emergência (A), índice de velocidade de emergência (B) comprimento de raiz (C), comprimento de parte aérea (D), comprimento de plântula (E) e massa seca de plântula (F) de melancia (*Citrullus lanatus*) submetidas a doses de ácido salicílico



O comprimento da parte aérea foi afetado negativamente pelo aumento da CEa, com maior (8,56 cm) e menor (5,35 cm) comprimento nas CEas de 1,01 e 4,0 dS m⁻¹, respectivamente, com redução de 37,5% ao comparar o maior e menor valor (Figura 1C). A diminuição do crescimento da parte aérea está associado aos efeitos deletérios do estresse salino que afetam a planta em todas as fases fenológicas, sendo a fase de formação das mudas a mais sensível, estando sujeita a alterações nos processos metabólicos e fisiológicos (Nascimento *et al.*, 2017).

O maior comprimento de plântula (14,03 cm) foi observado na CEa de 1,01 dS m⁻¹, diminuindo nas CEas subsequentes com o menor comprimento (9,72 cm) na CEa de 4,0 dS m⁻¹, com redução de 30,92% ao comparar o maior e menor valor (Figura 1D). O menor crescimento das plântulas nas CEas mais elevadas está associado às alterações nos processos metabólicos celulares causados pelo excesso de íons tóxicos que impedem o crescimento da plântula (Araújo *et al.*, 2016).

A massa seca de plântulas foi reduzida pelo aumento da CEa com maior (0,075 g plântula⁻¹) e menor (0,039 g plântula⁻¹) massa nas CEas 1,01 e 4,0 dS m⁻¹, respectivamente, com redução de 48% ao comparar o maior e menor valor (Figura 1F). A diminuição na produção de biomassa está associada às alterações que o estresse salino promove nos processos fisiológicos e bioquímicos da planta, incluindo o estresse oxidativo por meio do aumento dos níveis de espécies reativas de oxigênio (EROs), que provocam danos nas membranas e tecidos celulares (Rebey *et al.*, 2017).

A redução no crescimento e acúmulo de fitomassa seca foi constatada por outros autores em melão (Lopes *et al.*, 2017), abóbora (*Cucurbita moschata* L. e *Cucurbita pepo* L.) e moranga

(*Cucurbita máxima* L.) (Oliveira *et al.*, 2014) e em maxixe (Oliveira *et al.*, 2013).

A aplicação exógena de ácido salicílico (AS) não promoveu efeitos significativos sobre as variáveis analisadas (Figura 2). A emergência de plantas de melancia teve maior média na aplicação de 0,0 mM de AS (controle), mas não foi significativa (Figura 2A).

A maior (1,86) e menor média (1,67) de IVE foi observada na doses de 0,5 e 0,0 mM de AS, respectivamente (Figura 2B). Mesmo sendo o AS um composto fenólico que atua na germinação, divisão e expansão celular (Zarei *et al.*, 2015), a sua ação pode estar associada a diversos fatores, principalmente a absorção pela semente. Neste trabalho, a não ação do ácido salicílico na emergência e crescimento inicial de plantas de melancia pode estar associado à baixa absorção desse fitormônio pelas sementes.

A maior (6,57 cm) e menor média (5,20 cm) de comprimento de raiz foi observada na doses de 0,0 e 0,50 mM de AS, respectivamente, com redução de 20,85% ao comparar o maior e menor valor (Figura 2C). A maior (7,66 cm) e menor média (6,66 cm) de comprimento de parte aérea foi observada na doses de 0,5 e 0,50 mM de AS, respectivamente, com redução de 13,05% ao comparar o maior e menor valor (Figura 2D). A maior (14,23 cm) e menor média (11,85 cm) de comprimento de plântula foi observada na doses de 0,5 e 0,50 mM de AS, respectivamente, com redução de 16,73% ao comparar o maior e menor valor (Figura 2E).

Acima de 0,5 mM de AS, houve um aumento médio, sem diferença estatística, para as variáveis supracitadas e isto pode estar associado à atividade do AS na expressão, sinalização e ativação de enzimas que atuam nos mecanismos de divisão e alongamento celular, possibilitando o aumento do crescimento da parte aérea e da raiz (Zarei *et al.*, 2015).

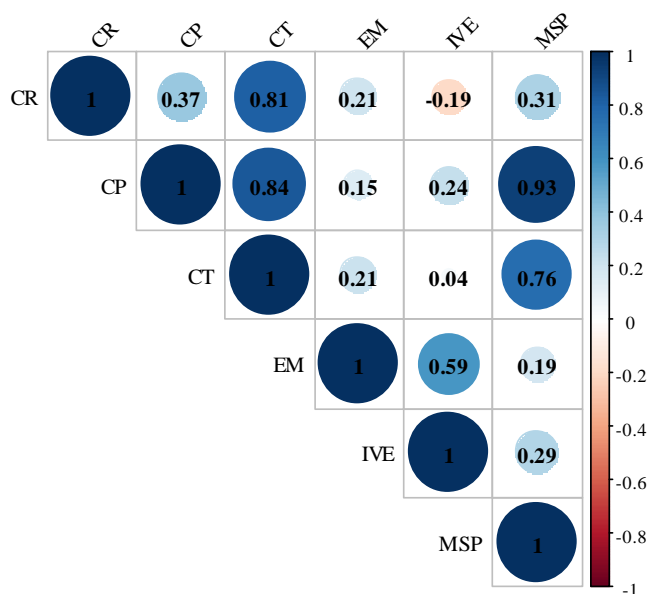
Com isso, a aplicação exógena de AS promove o aumento no vigor das sementes e de plântulas, demonstrado pelo crescimento das plântulas. Esse crescimento médio facilitado pela aplicação de AS possibilita que a planta desenvolva mecanismos de defesa contra o estresse (Gomes *et al.*, 2018).

A maior (0,061 g plântula⁻¹) e menor média (0,056 g plântula⁻¹) de massa seca de plântulas foi observada na doses de 1,0 e 0,50 mM de AS, respectivamente, com redução de 8,20% ao comparar o maior e menor valor (Figura 2F). A falta de efeito do AS sobre as variáveis, inclusive na massa seca de plântulas, pode estar relacionado ao fato de que a ação desse fitohormônio pode variar de acordo com as

características da espécie estudada (El-Esawi *et al.*, 2017).

A maior correlação (0,93) foi observada entre o comprimento de parte aérea e a massa seca de plântulas, seguidas do comprimento da parte aérea e comprimento de raiz (0,81) e o comprimento total de plântulas (0,84) (Figura 3). Correlação negativa (-0,19) foi observada, apenas, entre o comprimento de radícula e o índice de velocidade de emergência.

Figura 3. Correlação de Pearson entre as variáveis comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de plântula (CP), emergência (EM), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca de plântulas (MSP) de melancia (*Citrullus lanatus*) submetidas às doses de ácido salicílico e condutividades elétricas da água de irrigação.



Com o comportamento das correlações foi possível notar que as plântulas cresceram de forma normal, em termos morfológicos, não tendo aumento do crescimento de determinado órgão em detrimento a outro. Visto que, o estabelecimento de uma planta está

estritamente relacionado ao bom desempenho da mesma em seus estágios iniciais de estabelecimento.

CONCLUSÃO

A salinidade da água de irrigação afetou negativamente o crescimento inicial de plântulas de

melancia (*Citrullus lanatus*). A aplicação exógena de ácido salicílico via embebição de sementes não atenuou os efeitos tóxicos da salinidade.

AGRADECIMENTO

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de estudos para os alunos de pós-graduação envolvidos na pesquisa.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J.R.T.; SÁ, F.V.S.; OLIVEIRA, F.A.; PAIVA, E.P.; ARAÚJO, E.B.G.; SOUTO, L.S. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de pepino sob estresse salino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 2, p. 486-495, 2016.
- ALVES, E.S.; LIMA, D.F.; BARRETO, J.A.S.; SANTOS, D.P.; SANTOS, M.A.L. Determinação do coeficiente de cultivo para a cultura do rabanete através de lisimetria de drenagem. **Irriga**, v. 22, n. 1, p. 194-203, 2017.
- ARAÚJO, E.B.G.; SÁ, F.V.S.; OLIVEIRA, F.A.; SOUTO, L.S.; PAIVA, E.P.; SILVA, M.K.N.; MESQUITA, E.F.; BRITO, M.E.B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 462-471, 2016.
- DEMONTIÊZO, F.L.L.; ARAGÃO, M.C.; VALMIR JUNIOR, M.; MOREIRA, F.J.C.; PAIVA, P.V.V.; LIMA, S.C.R.V. Emergência e crescimento inicial de tomate 'Santa Clara' em função da salinidade e condições de preparo das sementes. **Irriga**, edição especial, p. 81-92, 2016.
- EL-ESAWI, M.A.; ELANSARY, H.O.; EL-SHANHOREY, N.A.; ABDEL-HAMID, A.M.E.; ALI, H.M.; ELSHIKH, M.S. Salicylic acid-regulated antioxidante mechanisms and gene expression enhance rosemary performance under saline conditions. **Frontiers in Physiology**, v. 8, n. 716, p. 1-14, 2017.
- FIGUEIREDO, F.R.A.; LOPES, M.F.Q.; SILVA, R.T.; NÓBREGA, J.S.; SILVA, T.I.; BRUNO, R.L.A. Respostas fisiológicas de mulungu submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Irriga**, v. 24, n. 3, p. 662-675, 2019.
- GOMES, C. A.; ASSIS, A.C.L.P.; ALVES, D.P.; REIS, M.R. Aplicação de ácido salicílico como atenuador dos efeitos de déficit hídrico no milho. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 4, n. 3, p. 359-363, 2018.
- GUIMARÃES, I.P.; OLIVEIRA, F.N.; VIEIRA, F.E.R.; TORRES, S.B. Efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 137-142, 2013.
- LOPES, M.A.C.; MUNIZ, R.V.S.; ALVES, S.S.V.; FERREIRA, A.C.; SÁ, F.V.S.; SILVA, L.A. Água salina e substratos no crescimento inicial do meloeiro. **Irriga**, v. 22, n. 3, p. 469-484, 2017.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MATEUS, N.B.; BARBIN, D.; CONAGIN, A. Viabilidade de uso do delineamento composto central. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 6, p. 1537-1546, 2001.
- MEDEIROS, J.F.; LISBOA, R.A.; OLIVEIRA, M. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.
- METHENNI, K.; ABDALLAH, M.B.; NOUAIRI, I.; SMAOUI, A.; ZARROUK, M.; YOUSSEF, N.B. Salicylic acid and calcium pretreatments alleviate the toxic effect of salinity in the Oueslati olive variety. **Scientia Horticulturae**, v. 233, p. 349-358, 2018.
- NASCIMENTO, E.S.; CAVALCANTE, L.F.; GONDIM, S.C.; SOUZA, J.T.A.; BEZERRA, F.T.C.; BEZERRA, M.A.F. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 1, p. 1-8, 2017.
- NAZAR, R.; UMAR, S.; KHAN, N.A.; SAREER, O. Salicylic acid supplementation improves photosynthesis and growth in mustard through changes in proline accumulation and ethylene formation under drought stress. **South African Journal of Botany**, v. 98, p. 84-94, 2015.

- NÓBREGA, J.S.; FIGUEIREDO, F.R.A.; NASCIMENTO, R.G.S.; BRUNO, R.L.A.; ALVES, E.U.; CAVALCANTE, L.F. Qualidade fisiológica de sementes de melão pepino sob salinidade crescente da água de irrigação. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 1011-1018, 2018a.
- NÓBREGA, J.S.; LOPES, K.P.; SANTOS, J.B.; PAIVA, F.J.S.; SILVA, J.G.; LIMA, G.S. Quality of sesame seeds produced under soil salinity levels. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 3, p. 280-286, 2018b.
- NUNES, R.T.C.; ARAÚJO NETO, A.C.; SOUZA, U.O.; MORAIS, O.M. Desempenho germinativo de sementes de girassol submetidas ao estresse salino. **Cultura Agrônômica**, v. 25, n. 1, p. 79-92, 2016.
- OLIVEIRA, F.A.; MARTINS, D.C.; OLIVEIRA, M.K.T.; SOUZA NETA, M.L.; RIBEIRO, M.S.S.; SILVA, R.T. Desenvolvimento inicial de cultivares de abóboras e morangas submetidas ao estresse salino. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 2, p. 222-229, 2014.
- OLIVEIRA, F.A.; SÁ, F.V.S.; PEREIRA, F.H.F.; ARAÚJO, F.N.; PAIVA, E.P.; ALMEIDA, J.P.N. Comportamento fisiológico e crescimento de plantas de melancia sob diferentes concentrações de solução nutritiva. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 1, p. 439-448, 2016.
- OLIVEIRA, F.N.; TORRES, S.B.; BENEDITO, C.P.; MARINHO, J.C. Comportamento de três cultivares de maxixe sob condições salinas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2753-2762, 2013.
- PAIVA, F.I.G.; GURGEL, M.T.; OLIVEIRA, F.A.; MOTA, A.F.; COSTA, L.R.; OLIVEIRA JUNIOR, H.S. Qualidade da fibra do algodoeiro BRS Verde irrigado com água de diferentes níveis salinos. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 209-220, 2016.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018.
- REBEY, I.B.; BORGOU, S.; RAHALI, F.Z.; MSAADA, K.; KSOURI, R.; MARZOUK, B. Relation between salt tolerance and biochemical changes in cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 25, p. 391-402, 2017.
- SILVA, T.I.; NÓBREGA, J.S.; FIGUEIREDO, F.R.A.; SOUSA, L.V.; RIBEIRO, J.E.S.; BRUNO, R.L.A.; DIAS, T.J.; ALBUQUERQUE, M.B. *Ocimum basilicum* L. seeds quality as submitted to saline stress and salicylic acid. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 5, p. 159-166, 2018.
- SOUZA, F.M.; SÁ, F.V.S.; SOUTO, L.S.; PAIVA, E.P.; ANDRADE, R.A.; ARAÚJO, E.B.G. desenvolvimento inicial e tolerância de cultivares de maxixe irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 1, p. 2385-2394, 2018.
- SOUZA NETA, M.L.; OLIVEIRA, F.A.; TORRES, S.B.; SOUZA, A.A.T.; CARVALHO, S.M.C.; BENEDITO, C.P. Residual effect of bur gherkin seed treatment with biostimulant under salt stress. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 3, p. 219-226, 2016.
- WANDERLEY, J.A.C.; AZEVEDO, C.A.V.; BRITO, M.E.B.; CORDÃO, M.A.; LIMA, R.F.; FERREIRA, F.N. Nitrogen fertilization to attenuate the damages caused by salinity on yellow passion fruit seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 8, p. 541-546, 2018.
- WEI, T.; SIMKO, V. **R package "corrplot": visualization of a correlation matrix (Version 0.84)**. 2017.
- ZAREI, H.; FAKHERI, B.A.; BAHABADI, S.E.; SOLOUKI, M. Increasing of Chavicol o-methyl transferase gene expression (CVOMT) and methyl Chavicol value of basil (*Ocimum basilicum*) by salicylic acid. **Journal of Biodiversity and Environmental Sciences**, v. 6, n. 3, p.46-53, 2015.