

RESPOSTA DE PLANTAS DE MELANCIEIRA IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA AO TRATAMENTO PRÉ-GERMINATIVO DA SEMENTE COM H₂O₂

RESPONSE PLANS WATERMELON IRRIGATED WITH SALINE WATER PRE-TREATMENT WITH SEED GERMINATION H₂O₂

Auderlan de Macena Pereira^{1*}, Elieuda Bezerra Pereira¹, Whalamys Lourenço de Araújo¹, Maria das Graças Rodrigues do Nascimento², Francisco Hevilásio Freire Pereira³

Resumo: O manejo da água é um dos fatores mais importantes para uma efetiva absorção de nutrientes, uma vez que esta pode apresentar-se com elevadas concentrações de sais, o que pode afetar o processo de absorção, bem como causar estresse oxidativo nos vegetais, devido as espécies reativas de oxigênio (EROs), principalmente H₂O₂. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a resposta de plantas de melancia, irrigadas com água salina, ao tratamento pré-germinativo da semente com H₂O₂. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar-CCTA, da UFCG-Pombal – PB. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas 2x5, com 4 repetições, com a parcela constando de dois níveis de salinidade da água de irrigação (S1 = água de abastecimento local, 0,32 dSm⁻¹; e S2 = água salina, 2,0 dS m⁻¹) e a subparcela de sementes de melancia tratadas com solução de H₂O₂ em cinco concentrações (0, 5, 10, 15 e 20 µmol L⁻¹). Foram avaliadas as características: Massa Fresca da Parte Aérea, Massa Seca da Parte Aérea, Número de Folhas por Planta e Comprimento da Haste Principal, Taxa de Fotossíntese, Transpiração, Condutância Estomática e Concentração de CO₂ intracelular. A água de irrigação com salinidade de 2,0 dS m⁻¹ compromete o crescimento da melancia, reduzindo a emissão de folhas e, consequentemente, as massas fresca e seca da parte aérea. Concentrações de H₂O₂ entre 9 e 11 µmol L⁻¹ beneficiam o crescimento da melancia, notadamente o comprimento da haste principal, em condições de irrigação com água salina de 2,0 dS m⁻¹. Concentrações de H₂O₂ de 15 e 20 µmol L⁻¹ podem ser tóxicas para plantas de melancia, comprometendo o seu crescimento vegetativo.

Palavras-chave: Osmocondicionamento, salinidade da água, estresse oxidativo, H₂O₂.

Abstract: Water management is one of the most important factors for effective absorption of nutrients, since this can present with high concentrations of salts, which can affect the absorption process, as well as cause oxidative stress in plants, due to reactive oxygen species (ROS), mainly H₂O₂. The objective of this study was to evaluate the response of watermelon plants irrigated with saline water, treatment of pre-germination seed with H₂O₂. The experiment was conducted at the Centro de Ciências e tecnologia Agroalimentar - CCTA, UFCG - Pombal - PB. The experimental design was a randomized block split plot 2x5 with 4 replications, with the portion consisting of two levels of salinity of irrigation water (S1 = local water supply, 0.32 dS m⁻¹, and S2 = saline water, 2.0 dS m⁻¹) and the split watermelon seed treated with H₂O₂ solution at five concentrations (0, 5, 10, 15 and 20 mmol L⁻¹). Characteristics were evaluated: Fresh Pasta Part Air Dry Mass Part Air Number of Leaves per Plant and Main Stem Length, Rate of photosynthesis, transpiration, stomatal conductance and intracellular CO₂ concentration. The irrigation water with salinity of 2.0 dS m⁻¹ compromises the growth of watermelon, reducing the emission of leaves and, consequently, fresh and dry weight of shoots. H₂O₂ concentration between 9 and 11 mmol L⁻¹ watermelon benefit growth, particularly the length of the main stem, under irrigation water salina 2.0 dS m⁻¹. H₂O₂ concentrations of 15 and 20 mmol L⁻¹ can be toxic to plants of watermelon, compromising their vegetative growth.

Keywords: priming, water salinity, oxidative stress, H₂O₂.

INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus*) é originária da África, sendo hoje cosmopolita, e assim disseminada por diversas regiões. É uma planta que se desenvolve bem em regiões quentes (FILGUEIRA, 2007), podendo, também, ser

cultivada em quase todas as regiões tropicais, subtropicais e temperadas do mundo. A baixa umidade relativa do ar em associação com altas temperaturas e luminosidade contribui para uma boa produtividade da cultura, com frutos de excelente qualidade, uma vez que aumenta a

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 09/09/2013; aprovado em 26/10/2013

¹ Mestrando em horticultura Tropical – UFCG/CCTA – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. E-mail: macenap@hotmail.com

² Graduada em Agronomia – UFCG/CCTA – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. E-mail: graça.agronomia@gmail.com

³ Eng. Agr. D. Sc., Professor Adjunto da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias – UFCG/CCTA – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. E-mail: fhfpereira@hotmail.com

concentração de açúcares e melhora o aroma, o sabor e a consistência dos frutos (SILVA, 2010).

Segundo a FAO (2013), a China é atualmente o maior produtor mundial de melancia, seguida pela Turquia, Irã e Brasil. A melancia está entre as cinco mais importantes olerícolas cultivadas no Brasil. O estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional e conta atualmente com uma produção média de 407.933 toneladas/ano, que representa 19,3% da produção nacional (IBGE, 2013).

Assim como toda olerícola, a cultura da melancia tem, na nutrição mineral, um dos fatores que contribuem diretamente na produtividade e na qualidade dos frutos. O manejo da água para a cultura é o aspecto que requer maior atenção, uma vez que a utilização de águas com altas concentrações de sais, pelos produtores, é uma prática constante em muitas regiões. A salinidade dos solos e das águas é uma das principais causas da queda de rendimento das plantas cultivadas (FLOWERS, 2004), uma vez que seus efeitos, como dificuldades de absorção de água, toxicidade de íons específicos e interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos), interferem negativamente no crescimento e no desenvolvimento das plantas (DIAS & BLANCO, 2010). Um dos problemas mais importantes causados pelas condições de estresse, seja déficit hídrico, salinidade ou calor, é o desbalanço entre produção e remoção de espécies reativas de oxigênio (EROs). A elevação dos níveis de EROs causa estresse oxidativo, efeitos responsáveis pela queda na produtividade (VAIDYANATHAN et al., 2003; GUO et al., 2006).

As EROs são formas reduzidas do oxigênio molecular extremamente reativas, que incluem o ânion superóxido (O_2^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), radical hidroxílico (OH) e oxigênio singleto (1O_2), e estão presentes na célula vegetal como subprodutos normais do metabolismo aeróbico e de processos fotoxidativos (ARORA et al., 2002; MITTLER, 2002), produzidos nos cloroplastos, mitocôndrias, membrana plasmática, peroxissomos, entre outros (APEL & HIRT, 2004; CAMP et al., 2004).

As plantas evoluíram um complexo sistema antioxidante para conter os efeitos deletérios das EROs (EL-SHABRAWI et al., 2010), o que promoveu uma adaptação para conviverem com certos níveis de concentração, uma vez que seu acúmulo nos tecidos pode levar à toxicidade e resultar na morte celular (FORMAN et al., 2010) e em alterações no metabolismo da planta, devido a uma restrição dos processos fotossintéticos (CATTIVELLI et al., 2008).

Pesquisas ainda não esclareceram os processos envolvidos nas respostas aos efeitos do estresse oxidativo nos vegetais, não sendo possível afirmar os níveis críticos de EROs, principalmente de H_2O_2 , que levam à sinalização ou dano oxidativo (MILLER et al., 2010). Em virtude dos problemas causados pelo estresse salino em especial aqueles relacionados aos EROs, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a resposta de plantas de melancia, irrigadas com água salina, ao tratamento pré-germinativo da semente com H_2O_2 .

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, da UFCG - Pombal-PB, durante o período de junho a agosto de 2013. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas 2x5, com 4 repetições, com a parcela constando de dois níveis de salinidade da água de irrigação [S1 = água de abastecimento local, 0,32 dSm⁻¹; e S2 = água salina, 2 dSm⁻¹ (controle)] e a subparcela de sementes de melancia tratadas (tratamento pré-germinativo) com solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em cinco concentrações (0, 5, 10, 15 e 20 $\mu\text{mol L}^{-1}$).

No processo de embebição das sementes de melancia, as mesmas foram colocadas em béqueres, contendo o H_2O_2 nas concentrações já citadas, por quatro horas, sendo, em seguida, semeadas em vasos de polietileno, contendo uma mistura de solo e esterco bovino na proporção de 2:1, respectivamente.

A solução salina, usada na irrigação, foi obtida adicionando-se NaCl à água de abastecimento (0,32 dSm⁻¹) de modo a atingir a condutividade elétrica de acordo com o tratamento proposto, 2 dSm⁻¹, com base na metodologia adotada por Pereira (2012). Como fonte adicional de nutrientes, quinze dias após a semeadura, foi usada a solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) a 100 % em todos os tratamentos, a solução foi aplicada, via irrigação diária, juntamente com os tratamentos principais S1 e S2.

Após quinze dias da semeadura, foi realizado o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso. As plantas de melancia foram mantidas até o início da floração (45 DAS), quando se coletou uma planta de cada tratamento para as avaliações de crescimento. As características avaliadas foram massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), número de folhas por planta (NFP) e comprimento da haste principal (CHP). A MFPA foi obtida por meio da pesagem da parte aérea de cada planta, imediatamente após ser coletada. Para a obtenção da MSPA, o material da parte aérea foi colocado em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C por 48 horas. O NFP foi obtido por meio da contagem das folhas definitivas e com comprimento \geq a 5 cm. O CHP foi obtido através da medição da haste principal de cada planta com auxílio de uma régua.

Foram avaliadas, ainda, as características fisiológicas: taxa de fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração de CO_2 intracelular (ci). Estas determinações foram feitas na quarta folha a partir do ápice da haste principal utilizando-se para tal um analisador de CO_2 por radiação infra-vermelha ("Infra Red Gás Analyser-IRGA", modelo Li-6200, LICOR).

Os dados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5 % de probabilidade, pelo software ESTAT. Os níveis de salinidades da água de irrigação foram avaliados por meio de teste de comparação de médias ao nível de 5

% de probabilidade e as concentrações de H₂O₂ (0, 5, 10, 15 e 20 µmol L⁻¹) por meio da análise de regressão pelo software Microsoft Office Excel 2007.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado efeito significativo do fator salinidade (Tabela 1), em que a concentração salina de 2,0 dS⁻¹ afetou negativamente todas as variáveis avaliadas: massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), número de folhas por planta (NFP) e comprimento da haste principal (CHP) de melancia.

Tabela 1 - Valores médios para massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), número de folhas por planta (NFP) e comprimento da haste principal (CHP) de melancia em função da salinidade da água de irrigação. Pombal, CCTA/UFCG, 2013.

Níveis de salinidade	MFPA	MSPA	NFP	CHP
S1	37,55 A*	3,97 A	11,45 A	47,46 A
S2	25,26 B	2,76 B	9,05 B	30,39 B
C.V. (%)	14,47	20,24	14,47	21,00

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Tukey. S1 (água de abastecimento local, 0,32 dS m⁻¹) e S2 (água salina, 2 dS m⁻¹).

Taiz e Zeiger (2009), afirmam que a salinidade pode ocasionar problemas em todas as partes da planta, uma vez que o fluxo de seiva inorgânica, via xilema, flui até o mesófilo foliar, arrastado pelo baixo potencial hídrico das folhas decorrente da transpiração, translocando íons tóxicos. Brito et al. (2008) consideraram que esse fato pode ser relacionado ao potencial hídrico das células e sua turgescência, afetando a formação de fitomassa nas plantas.

Os resultados encontrados corroboram com os encontrados por Pereira et al. (2012) que, trabalhando com meloeiro submetido ao osmocondicionamento da semente com NaCl e níveis de salinidade da água de irrigação, observaram que o aumento da salinidade da CEa de 1,0

para 5,0 dS m⁻¹ provocou decréscimo na porcentagem de germinação, altura de plantas, número de folhas por planta, área foliar e no acúmulo de massa seca nas plantas nos diferentes órgãos da planta (raiz e parte aérea).

Isoladamente, o tratamento pré-germinativo com solução de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) nas diferentes concentrações também afetou significativamente as variáveis MFPA (Figura 1 a), MSPA (figura 1 b) e NFP (Figura 1 c). Com máxima produção em MFPA (33,71 g planta⁻¹) obtida na concentração de 9,21 (µmol L⁻¹) e redução percentual da ordem de 15,68 a partir daí. Dados semelhantes foram observados para MSPA, uma vez que a máxima (3,62 g planta⁻¹) foi obtida na concentração de 9,07 (µmol L⁻¹) e redução de 16,16% a partir daí.

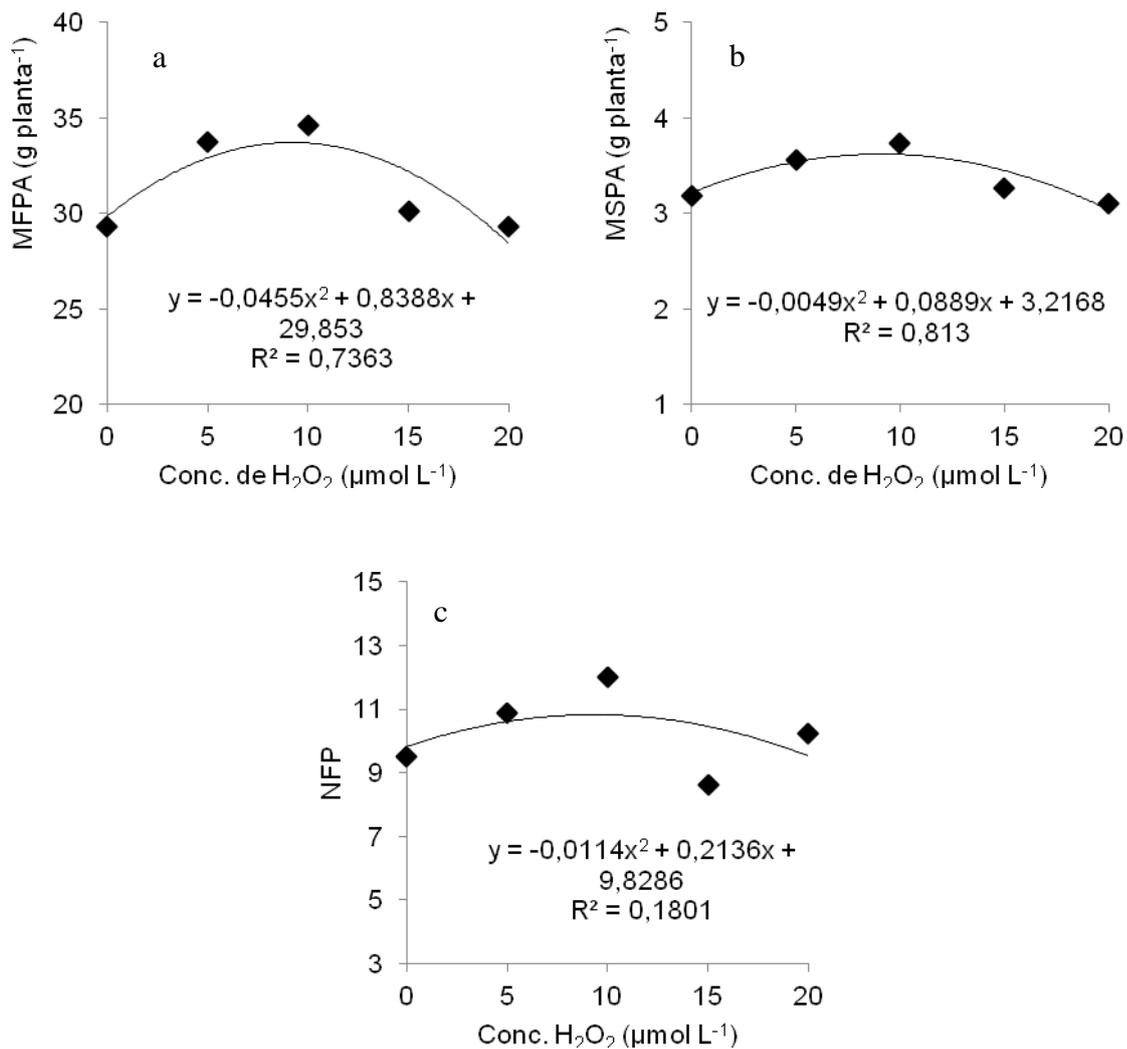


Figura 1- Massa fresca da parte aérea (MFPA) (a), massa seca da parte aérea (MSPA) (b) e número de folhas por planta (NFP) (c) de melancia em função da salinidade da água de irrigação e tratamento pré-germinativo da semente com diferentes concentrações de H₂O₂. Pombal, CCTA/UFCG, 2013.

Para o número de folhas por planta, a concentração de 9,36 (µmol L⁻¹) foi a mais eficiente, propiciando a produção média de 10 folhas por planta, com uma redução percentual de 11,9 entre esta concentração e a máxima testada (20 µmol L⁻¹).

Segundo Van Breusegem et al. (2001), o peróxido de hidrogênio pode desempenhar papéis diferentes, dependendo da concentração em que ele se encontra no

tecido, podendo, em baixas concentrações, funcionar como um sinal para aclimação ao estresse e em concentração alta, ele funciona como indutor da morte programada das células.

Houve efeito da interação dos fatores (salinidade da água de irrigação x tratamento pré-germinativo da semente com H₂O₂) para a variável comprimento da haste principal (Tabela 2).

Tabela 2 - Desdobramento da interação do tratamento pré-germinativo da semente com H₂O₂ dentro de cada tratamento de salinidade da água de irrigação para comprimento da haste principal (CHP) de melancia. Pombal, CCTA/UFCG, 2013.

Níveis de salinidade	CHP					C.V. (%)
	Concentrações de H ₂ O ₂ (µmol L ⁻¹)					
	A (0)	B (5)	C (10)	D (15)	E (20)	
S1	38,00 A*	51,75 A	54,82 A	44,37 A	48,37 A	20,65
S2	32,25 A	39,00 B	31,37 B	31,12 B	18,20 B	20,65

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Tukey. S1 (água de abastecimento local, 0,32 dS m⁻¹) e S2 (água salina, 2 dS m⁻¹).

No tratamento S1 (CEa 0,32 dS⁻¹), o máximo comprimento da haste principal (52,36 cm) foi observado na concentração de peróxido de hidrogênio de 11,41 (µmol L⁻¹), com redução percentual da ordem de 13,3 entre o máximo CHP e a maior concentração de H₂O₂ (20 µmol L⁻¹). Enquanto, que para o S2 o máximo CHP (36,37 cm) foi obtido na concentração de H₂O₂ de 6,05 (µmol L⁻¹) e redução percentual da ordem de 48,83 entre este ponto e a máxima concentração (Figura 2).

Sabe-se que plantas produzem intermediários metabólicos, conhecidos como EROs (Espécies Reativas de Oxigênio) ou ROS (do inglês, Reactive Oxygen Species), tais como o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e os radicais livres superóxido (·O₂⁻) e hidroxil (OH), que são capazes de oxidar lipídios de membranas, desnaturar

proteínas e reagir com DNA, provocando mutações. Sob condições normais de cultivo, as plantas neutralizam esses efeitos deletérios graças aos antioxidantes por elas produzidos. Porém, as plantas no tratamento S2 (CEa 2,0 dS⁻¹) foram submetidas a um moderado estresse salino. Deve-se considerar também que altas concentrações de H₂O₂ fornecidas às plantas de forma exógena, podem ter contribuído para maior produção de EROs. Quando a produção dos antioxidantes não é suficiente para neutralizar as EROs, estas se acumulam e a planta passa a sofrer de estresse oxidativo (SCANDALIOS, 2002). Para Azevedo Neto et al. (2008) essas descobertas abrem novas perspectivas para os estudos de fisiologia e bioquímica da tolerância ao estresse salino.

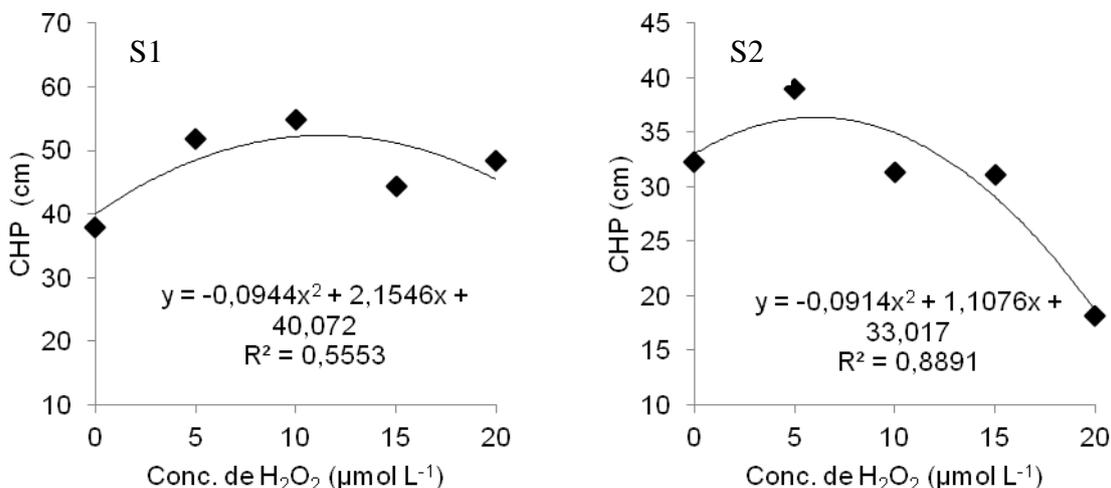


Figura 2- Desdobramento da interação dos níveis de salinidade da água de irrigação com o tratamento pré-germinativo da semente com H₂O₂ para comprimento da haste principal (CHP) de melancia. S1 (água de abastecimento local, 0,32 dS m⁻¹) e S2 (água salina, 2 dS m⁻¹). Pombal, CCTA/UFCG, 2013.

Estudando-se as trocas gasosas, verifica-se, conforme análise de variância, que não houve efeito significativo dos tratamentos para nenhuma das variáveis (Tabela 3).

Tabela 3 - Taxa de fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração de CO₂ intracelular (ci) de melancia em função de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e tratamento pré-germinativo da semente com diferentes concentrações de H₂O₂. Pombal, CCTA/UFMG, 2013.

	A ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	E ($\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	gs ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	ci ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
S1	11,80 A*	2,92 A	0,12 A	164,14 A
S2	11,08 A	2,88 A	0,10 A	161,82 A
C.V. (%)	23,80	20,78	26,08	5,38

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Tukey. S1 (água de abastecimento local, 0,32 dS m⁻¹) e S2 (água salina, 2 dS m⁻¹).

CONCLUSÕES

A água de irrigação com salinidade de 2,0 dS m⁻¹ compromete o crescimento da melancia, reduzindo a emissão de folhas e, conseqüentemente, as massas fresca e seca da parte aérea.

Concentrações de H₂O₂ entre 9 e 11 $\mu\text{mol L}^{-1}$ beneficiam o crescimento da melancia, notadamente o comprimento da haste principal, em condições de irrigação com água salina de 2,0 dS⁻¹.

Concentrações de H₂O₂ de 15 e 20 $\mu\text{mol L}^{-1}$ podem ser tóxicas para plantas de melancia, comprometendo o seu crescimento vegetativo.

REFERÊNCIAS

- APEL, K. & HIRT, H. Reactive oxygen species: Metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annual Review Plant Biotechnology**, v.55, p.373-399, 2004.
- ARORA, A.; SAIRAM, R.K.; SRIVASTAVA, G.C. Oxidative stress and antioxidative system in plants. **Current Science**, v.82, p.1227- 1238, 2002.
- AZEVEDO-NETO, A. D.; GOMES-FILHO, E.; PRISCO, J. T. **Salinity and oxidative stress**. In: Khan, N. A.; Singh, S. (ed.). Abiotic stress and plant responses. New Delhi: I.K. International, 2008. cap.4, p.57-82.
- CAMP, R.G.L.; PRZYBYLA, D.; OCHSENBEIN, C.; LALOI, C.; KIM, C.; CHEN, H. X.; GAO, H. Y.; AN, S. Z.; LI, J. Dissipation of excess energy in Mehler-peroxidase reaction in Rumex leaves during salt shock. **Photosynthetica**, v.42, p.117-122, 2004.
- CATTIVELLI, L.; RIZZA, F.; BADECK, F.W.; MAZZUCOTELLI, E.; MASTRANGELO, A. M.; FRANCA, E.; MARÉ, C.; TONDELLI, A.; STANCA, A. M. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. **Field Crops Research**, v.105, p.1-14, 2008.
- DIAS, N.S. & BLANCO, F.F. **Efeitos dos sais no solo e na planta**. Disponível em: <http://200.7.175.130/agroumsa/sites/default/files/repositorio/cap_09_Efeitos%20dos%20sais%20no%20solo%20e%20na%20planta.pdf>. Acesso em: 11/08/2013.
- EL-SHABRAWI, H.; KUMAR, B.; KAUL, T.; REDDY, M. K.; SILNGLA-PAREEK, S. L.; SOPORY, S. K. Redox homeostasis, antioxidant defense, and methylglyoxal detoxification as markers for salt tolerance in Pokkali rice. **Protoplasma**, v.245, p.85-96, 2010.
- FAO – **Food and Agricultural Organization**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 11 de ago. 2013.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 421 p.
- FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, p.307-319, 2004.
- FORMAN, H. J.; MAIORINO, M.; URSINI, F. Signaling functions of reactive oxygen species. **Biochemistry**, v.49, p.835-842, 2010.
- GUO, Y.P.; ZHOU, H. F.; ZHANG, L.C. Photosynthetic characteristics and protective mechanisms against photooxidation during high temperature stress in two citrus species. **Scientia Horticulturae**, v.108, p.260-267, 2006.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. Calif. Agr. Exp. STA. Cir, 347p., 1950.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo Agropecuario (2006). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em: 7 de ago. 2013.
- MILLER, G.; SUZUKI, N.; CIFTCI-YILMAZ, S.; MITTLER, R. Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. **Plant, Cell and Environment**, v.33, p.453-467, 2010.
- MIRANDA, R.F; RODRIGUES, G.A; SILVA, R.H; SILVA, C.L.W; SATURNINO, M.H; FARIA, S.H.F; **Instruções Técnicas sobre a cultura da melancia**, Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 28P. – (EPAMIG. Boletim Técnico, 51).

MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, v.7, p.405-410, 2002

PEREIRA, A. M.; QUEIROGA, R. C. F.; SILVA, G. D.; NASCIMENTO, M. G. R.; ANDRADE, S. E. O. Germinação e crescimento inicial de meloeiro submetido ao osmocondicionamento da semente com NaCl e níveis de salinidade da água. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 205-211, jul-set, 2012.

SCANDALIOS, J. G. The rise of ROS. **Biochemical Science**, v.27, p.483-486, 2002.

SILVA, J.S. **Evapotranspiração e produção de melancia sob diferentes níveis de nitrogênio e da salinidade da água de irrigação**. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi – Árido, Mossoró, 2010.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2009. 828p.

VAIDYANATHAN, H.; SIVAKUMAR, P.; CHAKRABARTY, R.; THOMAS, G. Scavenging of reactive oxygen species in NaCl-stressed rice (*Oryza sativa* L.) - Differential response in salt-tolerant and sensitive varieties. **Plant Science**, v.165, p.1411-1418, 2003.

VAN BREUSEGEM, F.; VRANOVÁ, E.; DAT, J. F.; INZÉ, D. The role of reactive oxygen species in plant signal transduction. **Plant Science**, v.161, p.405-414, 2001.