

PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE MARACUJÁ

ANDRÉ ALISSON RODRIGUES DA SILVA*; GEOVANI SOARES DE LIMA²;
CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO³; LUANA LUCAS DE SÁ ALMEIDA VELOSO;
JESSICA DAYANNE CAPITULINO⁵.

¹Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, andrealisson_cgpb@hotmail.com;

²Dr. Pesquisador PNP/CAPE/UFPA, Campina Grande-PB, geovanisoareslima@gmail.com;

³Dr. Prof. Titular UAEA, UFCG, Campina Grande -PB, cvieiradeazevedo@gmail.com;

⁴Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, luana_lucas_15@hotmail.com;

⁵Mestranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, dayanne.jessica@hotmail.com;

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: A região nordeste do Brasil vem se destacando no cenário nacional na produção de maracujá. Contudo, as concentrações de sais presente na água nessa região afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho, avaliar a partição de fotoassimilados e a qualidade das mudas de maracujá irrigada com águas salinas e aplicação de peróxido de hidrogênio através da embebição das sementes e pulverizações foliares. O estudo foi conduzido em citropotes sob condição de casa de vegetação, utilizando-se um Neossolo Regolítico Eutrófico de textura franco-arenosa, proveniente do município de Lagoa Seca, PB. Os tratamentos foram distribuídos no delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 4 x 4, sendo quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,7; 1,4; 2,1 e 2,8 e dS m⁻¹) associados a quatro concentrações de peróxido de hidrogênio – H₂O₂ (0, 25, 50 e 75 µM), com quatro repetições. A aplicação exógena de peróxido de hidrogênio na concentração de 25 µM atenuou os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação sobre a área foliar específica. Concentrações de peróxido de hidrogênio acima de 35 µM promoveu redução do índice de qualidade de Dickson. A qualidade das mudas de maracujá não foi comprometida pela utilização de água com condutividade elétrica de 2,8 dS m⁻¹, pois o índice de qualidade de Dickson foi superior a 0,2.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis*, salinidade, enzima antioxidativa

HYDROGEN PEROXIDE AS ATENUANT OF SALINE STRESS IN THE PRODUCTION OF PASSION FRUIT SEEDLINGS

ABSTRACT: The northeastern region of Brazil has been emphasizing the national scenario of passion fruit production, but the concentrations of salts are present in the area of influence of the growth and development of plants. In this context, the objective of this work was to evaluate the partition of photoassimilates and the quality of passion fruit seedlings irrigated with saline water and hydrogen peroxide applications by means of seed imbibition and foliar sprays. The study was carried out in citrus trees under the condition of greenhouse, using a Neolithic Regolith Eutrophic of loamy sandy texture, from the municipality of Lagoa Seca, PB. The treatments were distributed without a randomized block design, in a 4 x 4 factorial condition, and the four levels of electrical conductivity of the irrigation water (0.7, 1.4, 2.1 and 2.8 and dS m⁻¹) associated with hydrogen peroxide - H₂O₂ (0, 25, 50 and 75 µM), with four replicates. An exogenous application of hydrogen peroxide at the concentration of 25 µM attenuation of leaf nutrients of the irrigation water on the leaf area. Concentrations of hydrogen peroxide on top of 35mm Dickson quality reduction. The quality of the passion fruit seedlings was not eliminated by the use of water with an electric conductivity of 2.8 dS m⁻¹, as the Dickson quality index was higher than 0.2.

KEYWORDS: *Passiflora edulis*, salt water, antioxidative enzyme

INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma atividade de grande relevância para o setor agrícola brasileiro. Nos últimos anos o Brasil tem-se sobressaído em nível mundial entre os três maiores produtores de frutas, atrás apenas da China e da Índia, respectivamente. Segundo o IBGE (2016) a produção nacional em 2016 foi de 703.489 toneladas de maracujá, sendo a região Nordeste responsável por 69,64% (489.898 toneladas) da produção nacional.

Embora a região Nordeste do Brasil apresente condições de solo e clima favoráveis para a produção do maracujazeiro, isto não é suficiente para explorar o potencial dessa cultura, uma vez que o manejo inadequado da água de irrigação aliado a utilização de águas salinas comumente encontrada nessa região, pode provocar modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas, comprometendo seu desenvolvimento (Lima et al., 2016)

Desta forma, a formação de mudas de maracujá na região Nordeste pode ser otimizada com o uso de técnicas que viabilizem o manejo de águas com excesso de sais, podendo-se destacar o processo de aclimação, que consiste na exposição prévia de sementes a determinado tipo de estresse, provocando mudanças metabólicas, que são responsáveis pelo aumento de sua tolerância a nova exposição ao estresse (Aragão et al., 2011).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a partição de fotoassimilados e a qualidade das mudas de maracujá irrigadas com águas salinas e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante o período de junho a agosto de 2017 em citropotes de polietileno com dimensões de 8 dm³, sob condições de casa de vegetação, pertencente ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (CTRN/UFCG), localizada em Campina Grande, PB, situada pelas coordenadas geográficas 07° 15' 18" de latitude S, 35° 52' 28" de longitude W e altitude média de 550 m.

Os tratamentos resultaram da combinação entre dois fatores: quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,7; 1,4; 2,1 e 2,8 dS m⁻¹) associados a quatro concentrações de peróxido de hidrogênio – H₂O₂ (0, 25, 50 e 75 µM), distribuídos no delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 4 x 4, com quatro repetições, perfazendo o total de sessenta e quatro unidades experimentais. Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (1,4; 2,1; e 2,8 dS m⁻¹) foram preparados dissolvendo-se os sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente de 7:2:1, entre Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, respectivamente, em água de abastecimento local (CEa = 1,10 dS m⁻¹). Já o nível de 0,7 dS m⁻¹ foi obtido mediante diluição da água de abastecimento local em água de chuva (CEa = 0,02 dS m⁻¹).

O solo utilizado no experimento foi um Neossolo Regolítico Eutrófico de textura franco-arenosa coletado na profundidade de 0-20 cm proveniente da zona rural do município de Lagoa Seca, PB, sendo devidamente destorroado e peneirado, cujas características físico-hídricas e químicas foram determinadas conforme metodologia proposta por Donagema et al. (2011): Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Al³⁺ + H⁺ = 26,0; 36,6; 1,6; 2,2 e 19,3 cmolc kg⁻¹, respectivamente; pH (água 1:2,5) = 5,9; CEes (dS m⁻¹) = 1,0; matéria orgânica (%) = 1,36; areia, silte e argila = 732,9, 142,1, e 125,0 dag kg⁻¹, respectivamente; densidade aparente 1,39 (g cm⁻³).

Antes do semeio, as sementes passaram por um pré-tratamento com peróxido de hidrogênio, onde foram embebidas nas concentrações dos respectivos tratamentos por um período de 24 horas; em seguida realizou-se a semeio colocando-se 5 sementes de maracujá a 3 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante; aos 20 dias após germinação foi realizado o desbaste com a finalidade de se ter apenas uma planta por citropote, deixando-se a que apresentava o melhor vigor.

Antes do semeio, elevou-se o teor de umidade do solo até alcançar a capacidade de campo utilizando-se a água respectiva a cada tratamento. Após o semeio, a irrigação foi realizada diariamente aplicando-se, em cada citropote, um volume de água de forma a manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo, sendo o volume aplicado determinado de acordo com a necessidade hídrica das plantas, estimada pelo balanço de água mediante subtração de volume drenado do volume aplicado na irrigação anterior, acrescido de uma fração de lixiviação de 0,10 a cada 15 dias. Realizou-se a adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e fósforo, baseada em metodologia contida em Novais et al. (1991). Aplicaram-se 1,33 g de ureia, 1,5 g de cloreto de potássio e 3,6 g de fosfato

monoamônio, o equivalente a 100, 150 e 300 mg kg⁻¹ do substrato de N, K e P, respectivamente, aplicados em cobertura em quatro aplicações via fertirrigação, em intervalos de 15 dias, com a primeira aplicação realizada aos 15 dias após semeio (DAS). Aos 30 e 45 DAS realizaram-se às 17 horas pulverizações foliares com as devidas soluções de peróxido de hidrogênio de forma manual utilizando-se de um borrifador.

Determinaram-se os efeitos dos diferentes níveis de CEa e das concentrações de peróxido de hidrogênio sobre as mudas de maracujá através da área foliar específica (AFE), razão de área foliar, suculência foliar (SUC) e do índice de qualidade de Dickson (IQD).

A área foliar específica (AFE) (cm² g⁻¹) e a razão de área foliar (RAF) (cm² g⁻¹) foram mensuradas aos 60 DAS, segundo metodologia proposta por Benincasa (2003): AFE= (AF/MSF) e RAF= (AF/MST), em que: AF é a área foliar total (cm²), MSF é a massa seca das folhas (g) e MST é a massa seca total (g). A suculência foliar (SUC) foi determinada aos 60 DAS, conforme metodologia proposta por Mantovani (1999), dada pela equação: SUC= ((MFF – MSF)/ AF), em que: AF é a área foliar total (cm²), MSF é a massa seca das folhas (g) e MFF é a massa fresca das folhas (g).

A qualidade das mudas foi estimada através do índice de qualidade de Dickson (IQD) para mudas, por meio da fórmula de Dickson et al. (1960), descrito pela equação: IQD=FST/((AP/DC)+(FSPA/FSR)), em que: AP - altura de planta (cm); DC - diâmetro do caule (mm); FST - fitomassa seca total de planta (g); FSPA - fitomassa seca da parte aérea de planta (g); e, FSR - fitomassa seca de raiz de planta (g).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F aos níveis de 0,05 e 0,01 de probabilidade e, quando significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática, utilizando-se do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constata-se, com base no resumo do teste F (Tabela 1), que a área foliar específica e a razão de área foliar foram afetadas significativamente ($p < 0,01$) pela interação entre os fatores estudados (NS x H₂O₂). As plantas de maracujá quando submetidas à irrigação com águas salinas tiveram a área foliar específica e o índice de qualidade de Dickson afetados significativamente ($p < 0,01$). Já as concentrações de peróxido de hidrogênio proporcionaram efeito significativo ($p < 0,01$) apenas para o índice de qualidade de Dickson.

Tabela 1. Resumo do teste F, referente à área foliar específica (AFE), e razão de área foliar (RAF), suculência foliar (SUC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) do maracujazeiro irrigado com águas salinas e aplicação de concentrações de peróxido de hidrogênio.

Fonte de variação	Teste F			
	AFE	RAF	SUC	IQD
Níveis Salinos (NS)	**	ns	ns	**
Regressão linear	**	ns	ns	**
Regressão quadrática	*	ns	ns	*
Peróxido de Hidrogênio (H ₂ O ₂)	*	ns	ns	**
Regressão linear	ns	ns	ns	ns
Regressão quadrática	ns	ns	ns	**
Interação (NS x H ₂ O ₂)	**	**	ns	ns
Blocos	ns	ns	ns	ns
CV (%)	17,16	15,92	27,98	20,7

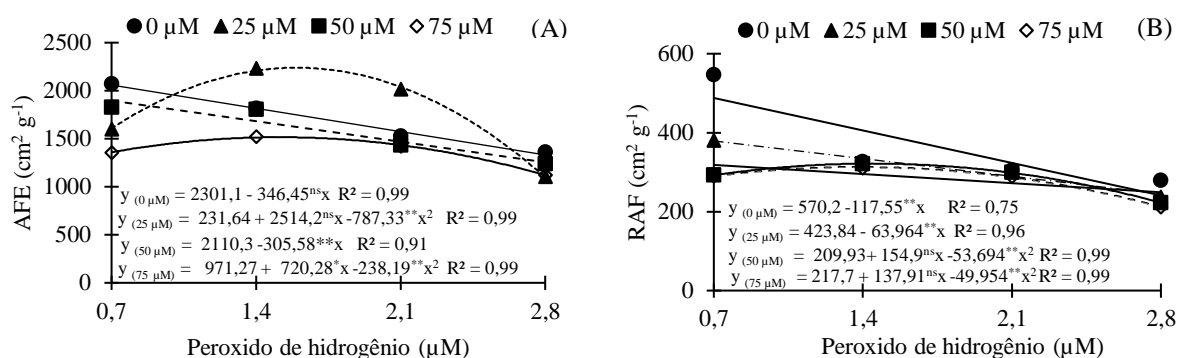
** ns, **, * Respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e a $p < 0,05$.

Observa-se por meio da equação de regressão (Figura 1A) redução na AFE com incremento da condutividade elétrica da água de irrigação nas plantas que não receberam tratamento com peróxido de hidrogênio (testemunha), correspondendo a um decréscimo de 15,05% por aumento unitário da salinidade. No entanto, quando se aplicou a concentração de 25 µM de H₂O₂ mesmo associado à irrigação com águas de CEa de 1,4 e 2,1 dS m⁻¹ se obteve valores de AFE maior que o tratamento

testemunha (0 μM), sendo o maior valor de AFE (2208,35 $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) obtido com água de CEa de 1,4 dS m^{-1} , indicando que em concentrações adequadas o peróxido de hidrogênio auxilia na aclimação das plantas ao estresse salino. O efeito benéfico do peróxido de hidrogênio em baixas concentrações pode estar associado ao seu papel de molécula sinalizadora, regulando diversas vias, incluído respostas ao estresse salino (Baxter et al., 2014). Já a concentração de 50 e 75 μM intensificaram os efeitos deletérios da salinidade.

Ao estudar a interação da salinidade da água de irrigação com as concentrações de peróxido de hidrogênio sobre a RAF do maracujá, nota-se de acordo com a equação de regressão (Figura 2A) que as concentrações de peróxido de hidrogênio não atenuaram o efeito deletério da salinidade, ocorrendo o contrário; desta forma, pode-se inferir que o excesso de espécies reativas de oxigênio exerce efeito tóxico, causado, sobretudo pelo estresse oxidativo (Cattivelli et al., 2008).

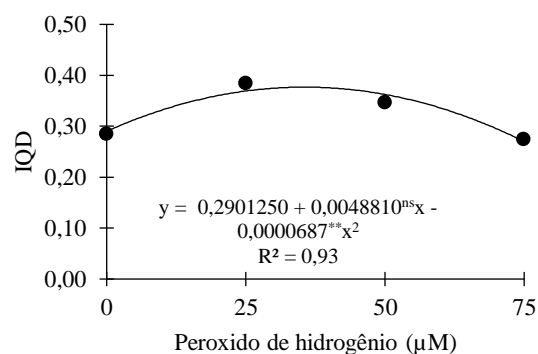
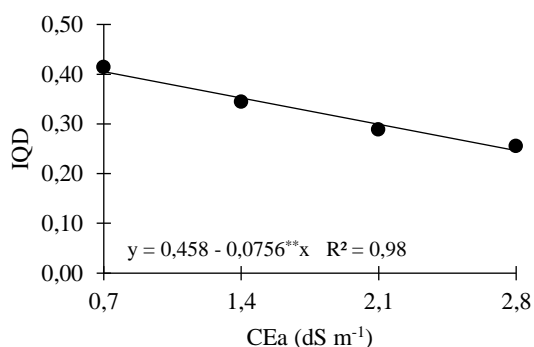
Figura 1. Área foliar específica - AFE (A) e razão de área foliar – RAF (B) do maracujazeiro em função da interação da condutividade elétrica da água de irrigação e das concentrações de peróxido de hidrogênio.



A qualidade das mudas de maracujá (IQD) foi afetada negativamente pelo incremento da salinidade da água de irrigação e, através da equação de regressão (Figura 2A), verifica-se efeito linear decrescente, ocorrendo aos 60 DAS, decréscimos na ordem de 16,50% no IQD por aumento unitário da CEa. Ao comparar as plantas irrigadas com água de maior nível salino (2,8 dS m^{-1}) em relação às que foram cultivadas com CEa de 0,7 dS m^{-1} , verifica-se diminuição de 39,19% no IDQ. De acordo com Oliveira et al. (2013), o IDQ é um importante parâmetro morfológico usado para expressar a qualidade e a rusticidade das mudas avaliando a capacidade de crescimento e sobrevivência, sendo observado no presente trabalho que, mesmo as plantas irrigadas com o maior nível salino (2,8 dS m^{-1}) apresentaram IDQ aceitável, visto que mudas com IQD superior a 0,2 são consideradas de boa qualidade; mas, quanto maior o valor de IQD, melhor será a qualidade da muda, pois expressa robustez e equilíbrio na distribuição de biomassa.

A equação de regressão (Figura 2B) permite estimar o efeito da concentração de peróxido de hidrogênio sobre o IQD, assim, observa-se resposta quadrática para IQD, com efeito positivo da aplicação de H_2O_2 até a concentração de 35 μM de H_2O_2 ; a partir desta, se obteve redução no IQD, alcançando o menor valor estimado de 0,27 nas plantas que receberam 75 μM de H_2O_2 . Infere-se, conforme os resultados, que aplicações adequadas de H_2O_2 pode promover maior crescimento nas plantas sob estresse, pois o H_2O_2 pode estimular o acúmulo de proteínas e carboidratos solúveis, que irão atuar como solutos orgânicos, realizando o ajustamento osmótico das plantas sob condições de estresse salino, culminando em maior absorção de água e nutrientes. Além disso, pode minimizar os efeitos da salinidade sobre a condutância estomática, resultando no adequado funcionamento fisiológico da planta (Carvalho et al., 2011).

Figura 2. Índice de qualidade de Dickson - IQD (A) em função da condutividade elétrica da água de irrigação e Índice de qualidade de Dickson – IQD (B) em função das concentrações de peróxido de hidrogênio.



CONCLUSÃO

A aplicação exógena de peróxido de hidrogênio na concentração de 25 µM atenua os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação sobre a área foliar específica. Concentrações de peróxido de hidrogênio acima de 35 µM promove redução do índice de qualidade de Dickson. A qualidade das mudas de maracujá não foi comprometida pela utilização de água com condutividade elétrica de 2,8 dS m⁻¹ na irrigação, pois o índice de qualidade de Dickson foi superior a 0,2.

REFERÊNCIAS

- Aragão, G. F.; Gomes-Filho, E.; Camelo, M. E.; Tarquinio, P. O. J. Efeitos do H₂O₂ no crescimento e acúmulo de solutos em plantas de milho sob estresse salino. *Revista Ciência Agrárias*, v.42, n.2, p.373-381, 2011.
- Benincasa, M. M. P. *Análise de crescimento de plantas, noções básicas*. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- 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.
- Cattivelli, L.; Rizza, F.; Badeck, F. W.; Mazzucotelli, E.; Mastrangelo, A. M.; Francia, 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
- Carvalho, F. E. L.; Lobo, A. K. M.; Bonifacio, A.; Martins, M. O.; Neto, M. C. L.; Silveira, J. A. G. Aclimação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo pré-tratamento com H₂O₂. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.4, p.416–423, 2011.
- Dickson, A.; Leaf, A. L.; Hosner, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forest Chronicle*, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- Donagema, G. K.; Campos, D. V. B. de; Calderano, S. B.; Teixeira, W. G.; Viana, J. H. M. (Org.). *Manual de métodos de análise de solo*. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.
- Ferreira, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- IBGE. *Produção Agrícola Municipal. Lavouras Permanentes 2016*. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/>. Acesso em 20 de maio de 2018.
- Lima, G. S. de; Santos, J. B. dos; Soares, L. A. A. dos; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Pereira, R. F. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão'All Big'. *Comunicata Scientiae*,v.7, n.4, p.513, 2016.
- Mantovani, A. A method to improve leaf succulence quantification. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.42, p.9-14, 1999.
- 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: Embrapa-SEA. p. 189-253. 1991.
- Oliveira, F. T.; Hafle, O. M.; Mendonça, V.; Moreira, J. N.; Pereira Júnior, E. B. Fontes orgânicas e volumes de recipiente no crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 7, n. 2, p. 97-103, 2013.