

## Avaliação de métodos de aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> para aclimatação de plantas de girassol à salinidade

Petterson Costa Conceição Silva<sup>1\*</sup>; André Dias de Azevedo Neto<sup>1</sup>; Hans Raj Gheyi<sup>1</sup>; Rogério Ferreira Ribas<sup>2</sup>; Alide Mitsue Watanabe Cova<sup>1</sup>; Caroline Rastely dos Reis Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> NEAS, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; <sup>2</sup>CCAAB, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; <sup>3</sup>ADM, Universidade Federal da Bahia. \*Corresponding author: petter.ufrb@gmail.com

**Resumo:** Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito de diferentes métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) via semente e/ou via foliar em plantas de girassol (*Helianthus annuus* L.) sob estresse salino. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no campo experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo, UFRB. Foram testados cinco tratamentos: controle (ausência de NaCl); controle salino (presença de 100 mM NaCl); 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via semente (na presença de 100 mM NaCl); 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via pulverização foliar (na presença de 100 mM NaCl); 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via semente + 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via pulverização foliar (na presença de 100 mM NaCl). O ensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições. As plantas foram mantidas durante um período de 20 dias em sistema hidropônico do tipo floating. O estresse salino reduziu significativamente a produção de massa seca das folhas, caule e raízes. O pré-tratamento com aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via semente e a combinação via semente + via pulverização foliar foram capazes de reduzir os efeitos deletérios da salinidade, proporcionando maiores produções relativas da biomassa.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L., água salobra, peróxido de hidrogênio.

## Evaluation of methods of application of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> for salt acclimation of sunflower plants

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the effect of different methods of application of hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) via seed and/or via foliar in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants under salt stress. The experiment was conducted in a greenhouse, in the experimental area of the Núcleo de Engenharia de Água e Solo - UFRB. Five treatments were tested: control (absence of NaCl); salt control (presence of 100 mM NaCl); 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via seed (in presence of 100 mM NaCl); 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via spraying leaf (in presence of 100 mM NaCl); 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via seed + 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via spraying leaf (in presence

of 100 mM NaCl). The assay was conducted in a completely randomized design with 4 replicates. The plants were maintained during a period of 20 days in a floating type hydroponic system. Salt stress affected negatively the production of leaves, stem, roots and total dry mass. Pretreatment with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> application via seed and the combination via seed + spraying leaf were able to reduce the deleterious effects of salinity, providing higher relative biomass yields.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L., brackish water, hydrogen peroxide.

## Introdução

A salinidade é um dos estresses abióticos que mais afeta o crescimento e produtividade das culturas em várias regiões do mundo [9], portanto, é um dos principais desafios encontrados na agricultura [7]. Muitos esforços vêm sendo realizados a fim de desenvolver estratégias que visem melhorar a tolerância das plantas aos estresses abióticos, como por exemplo, o uso de sinalizadores químicos que desempenham funções metabólicas [8].

O peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) é considerado a principal espécie reativa de oxigênio (ERO) encontrada no tecido vegetal. Devido às propriedades eletroquímicas da molécula, o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> se difunde entre os compartimentos celulares, o que facilita sua função sinalizadora [2]. Diversos estudos têm evidenciado a atuação do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como uma molécula sinalizadora com múltiplas funções nas plantas [6, 5]. Embora estes resultados comprovem o papel efetivo do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no aumento da tolerância das plantas aos estresses abióticos, pouco ainda se sabe sobre suas melhores formas de aplicação.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) via semente e/ou via foliar em plantas de girassol (*Helianthus annuus* L.) sob estresse salino.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas, Bahia. Foram utilizadas sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.), genótipo AG 975, escolhido a partir de experimentos

anteriores pela sua sensibilidade ao estresse salino. Com base nos resultados de ensaios prévios, foram selecionados para o presente estudo os melhores tratamentos com o uso de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> aplicado via semente e via foliar. Assim os tratamentos foram: controle (ausência de NaCl); controle salino (presença de 100 mM NaCl); 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via semente (na presença de 100 mM NaCl); 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via foliar (na presença de 100 mM NaCl); 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via semente + 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via pulverização foliar (na presença de 100 mM NaCl).

A concentração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> utilizada foi de 1 mM, tanto na aplicação via semente (24 h), quanto no tratamento de pulverização foliar, a qual foi realizada uma única vez, nas superfícies abaxial e adaxial das folhas aos 7 dias após o início do cultivo. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. As plantas foram transferidas para vasos de polietileno, contendo 15 L de solução nutritiva (SN) de Furlani [3] na presença de salinidade (100 mM de NaCl), exceto no tratamento controle.

A SN foi aerada a cada 3 h com auxílio de compressor de ar, cada evento com duração de 15 min. Após 20 dias de cultivo as plantas foram colhidas e particionadas em folhas, caule e raízes. Posteriormente, foram levadas à estufa de circulação de ar (65 °C) para determinação das massas seca das folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR) e total (MST), utilizando balança analítica. Os dados foram submetidos à ANOVA mediante o teste F ( $p \leq 0,05$ ) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Tabela 1: Produção relativa (em %) de massa seca das folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR) e total (MST) de plantas de girassol cultivadas em solução nutritiva com ou sem 100 mM de NaCl e tratadas com diferentes métodos de aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Cruz das Almas BA, 2019.

Tratamentos	MSF	MSC	MSR	MST
Controle (sem NaCl)	100	100	100	100
Controle salino (100 mM NaCl)	19,6 b	13,6 b	28,1 b	20,0 b
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> via foliar + 100 mM NaCl	20,8 b	13,3 b	30,0 b	20,1 b
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> via semente + 100 mM NaCl	30,0 a	26,2 a	45,0 a	33,5 a
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> via semente + foliar + 100 mM NaCl	32,0 a	23,6 a	42,3 a	31,2 a
CV (%)	12,49	10,70	8,36	8,88

Médias seguidas com a mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A salinidade reduziu significativamente a produção de biomassa das plantas. No entanto, esta redução foi menos pronunciada quando as plantas foram pré-tratadas com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Tabela 1). No tratamento controle salino (presença de 100 mM NaCl e ausência de e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), as produções das MSF, MSC, MSR e MST foram aproximadamente 80, 86, 72 e 80% menores, respectivamente, quando comparadas com o tratamento controle.

De acordo com Hasegawa [4], o estresse salino provoca vários distúrbios nos processos fisiológicos e bioquímicos, como a fotossíntese, consequentemente reduz o crescimento e a produtividade das plantas. Para todas as variáveis analisadas, a aplicação de 1 mM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via foliar (na presença de 100 mM NaCl) não apresentou diferença significativa quando comparada com as plantas do tratamento controle salino. Esta ausência de efeito significativo pode ter ocorrido devido ao manejo adotado na aplicação do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via foliar, que neste caso ocorreu após o estresse salino.

Estes resultados sugerem que a aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> após o estresse salino não é capaz de mitigar os efeitos negativos provocados pelo estresse salino. As produções relativas de biomassa do girassol nos trata-

mentos com aplicações de 1 mM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via semente (na presença de 100 mM NaCl) e 1 mM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via semente + 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via foliar (na presença de 100 mM NaCl), que não diferenciaram estatisticamente entre si. No entanto foram 50% maiores quando comparadas às plantas do tratamento controle salino (na presença de 100 mM NaCl e ausência de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

A análise destes resultados indica que a aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via semente (antes do estresse salino) é capaz de reduzir significativamente o efeito negativo do estresse salino, sem a necessidade de uma aplicação posterior (via foliar). Diversos autores verificaram que o pré-tratamento com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> diminuiu os efeitos deletérios do estresse salino no crescimento de plantas. Os resultados obtidos por Azevedo Neto et al. [1] mostraram que o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> adicionado à solução nutritiva dois dias antes das adições de NaCl levou a um processo de aclimação ao estresse salino em plantas de milho.

Resultados semelhantes foram encontrados por Wahid et al. [10] em plantas de trigo a partir de sementes pré-tratadas com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e cultivadas em condições salinas. Nesse estudo, os autores afirmam que o pré-tratamento com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> conferiu às plantas um aumento na tolerância ao estresse salino.

## Conclusões

Mesmo com reduções na produção de massa seca, a aplicação do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> via semente (24 h) pode ser recomendada para aumento da tolerância das plantas de girassol ao estresse salino.

A aplicação foliar de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> após o estresse salino não foi capaz de atenuar o efeito negativo provocado pelo sal em plantas de girassol.

## Referências Bibliográficas

- [1] André Dias de Azevedo Neto, José Tarquinio Prisco, Joaquim Enéas-Filho, Jand-Venes Rolim Medeiros e Enéas Gomes-Filho. “Hydrogen peroxide pre-treatment induces salt-stress acclimation in maize plants”. Em: *Journal of Plant Physiology* 162.10 (out. de 2005), pp. 1114–1122. DOI: 10.1016/j.jp1ph.2005.01.007.
- [2] Gerd P. Bienert, Jan K. Schjoerring e Thomas P. Jahn. “Membrane transport of hydrogen peroxide”. Em: *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes* 1758.8 (ago. de 2006), pp. 994–1003. DOI: 10.1016/j.bbamem.2006.02.015.
- [3] P. R. Furlani. “Hidroponia”. Em: *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. Ed. por Bernardo Van Raij, Heitor Cantarella, José Antônio Quaggio e Angela Maria Cangiani Furlani. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997, pp. 275–285.
- [4] Paul M. Hasegawa. “Sodium (Na) homeostasis and salt tolerance of plants”. Em: *Environmental and Experimental Botany* 92 (2013), pp. 19–31. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2013.03.001.
- [5] Shu-Hsien Hung, Chih-Wen Yu e Chin Ho Lin. “Hydrogen peroxide functions as a stress signal in plants”. Em: *Botanical Bulletin Academia Sinica* 46 (2005), pp. 1–10.
- [6] S Neill. “Hydrogen peroxide signaling”. Em: *Current Opinion in Plant Biology* 5.5 (2002), pp. 388–395. DOI: 10.1016/s1369-5266(02)00282-0.
- [7] Zvi Peleg, Maris P. Apse e Eduardo Blumwald. “Engineering Salinity and Water-Stress Tolerance in Crop Plants”. Em: *Advances in Botanical Research*. Elsevier, 2011, pp. 405–443. DOI: 10.1016/b978-0-12-387692-8.00012-6.
- [8] Andreas Savvides, Shawkat Ali, Mark Tester e Vasileios Fotopoulos. “Chemical Priming of Plants Against Multiple Abiotic Stresses: Mission Possible?” Em: *Trends in Plant Science* 21.4 (2016), pp. 329–340. DOI: 10.1016/j.tplants.2015.11.003.
- [9] G. Veeranagamallaiah, P. Chandrabulreddy, G. Jyothsnakumari e Chinta Sudhakar. “Glutamine synthetase expression and pyrroline-5-carboxylate reductase activity influence proline accumulation in two cultivars of foxtail millet (*Setaria italica* L.) with differential salt sensitivity”. Em: *Environmental and Experimental Botany* 60.2 (2007), pp. 239–244. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2006.10.012.
- [10] Abdul Wahid, Mubarak Perveen, Sadia Gelani e Shahzad M.A. Basra. “Pretreatment of seed with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> improves salt tolerance of wheat seedlings by alleviation of oxidative damage and expression of stress proteins”. Em: *Journal of Plant Physiology* 164.3 (2007), pp. 283–294. DOI: 10.1016/j.jp1ph.2006.01.005.