

## EFEITO PROTETOR DO ÓXIDO NÍTRICO SOBRE A SALINIDADE EM PLANTAS DE *Crambeabyssinica* Hochst (Brassicaceae)

Nathália Ferreira Flausino<sup>1</sup>  
Rodrigo Miranda Moraes<sup>2</sup>  
Jade Del Nero Oliveira<sup>3</sup>  
Sandro Barbosa<sup>4</sup>

### Energias Renováveis

### RESUMO

Estudos revelam que aproximadamente 20% do total das áreas agricultáveis no Brasil, estão contaminadas por altas concentrações de sal e o cultivo de *Crambeabyssinica* (Brassicaceae) pode se tornar uma alternativa para produção em larga escala de biodiesel. Contudo, pesquisas recentes sugerem que essas plantas podem não ser tolerantes a altos níveis de salinidade. Objetivou-se investigar o efeito protetor do óxido nítrico (NO) sobre a salinidade em plantas de *C. abyssinica*. De maneira geral, não houve efeito protetor do óxido nítrico sobre os parâmetros germinativos e de crescimento inicial de plântulas de *C. abyssinica* expostas a diferentes combinações de NaCl e SNP.

**Palavras Chave:** Biodiesel; Oleaginosa; Fitotoxicidade; Espécies reativas de oxigênio.

### INTRODUÇÃO

Os biocombustíveis são fontes de energias renováveis, derivados de produtos agrícolas tais como cana-de-açúcar e plantas oleaginosas (Ramos et al., 2011). Diante disso, *Crambeabyssinica* Hochst (Brassicaceae) tem despertado interesse mundial como alternativa para cultivo entre safras de soja (safrinha), por ser uma cultura de ciclo curto, precocidade e tolerância ao déficit hídrico, com maior rusticidade e produção de biodiesel, constituindo também uma alternativa para a rotação de culturas (Pitol, 2010). Suas sementes, quando maduras, acumulam quantidades elevadas de óleos (cerca de 35% a 38%, com vagem e até 50% sem a vagem) e proteínas (26% com vagem) (Guanet al., 2014).

Afetadas pelo estresse salino, a maioria das plantas cultivadas não expressam plenamente o seu potencial de crescimento e reduzem seu valor econômico (Atia et al., 2011). Neste sentido, poucos trabalhos foram realizados com plantas de *C. abyssinica* em condições de salinidade e os resultados obtidos sugerem que essas plantas podem não ser tolerantes a altos níveis de salinidade.

Em muitas plantas, o NO tem influenciado de forma importante o crescimento, desenvolvimento e a defesa celular (Muret et al., 2013). Tanto NO quanto ERO exercem

<sup>1</sup>Graduanda em Biotecnologia da UNIFAL-MG – Campus Alfenas. [nathalia.flausino@outlook.com](mailto:nathalia.flausino@outlook.com)

<sup>2</sup>Doutorando em Fisiologia Vegetal - UFLA-MG. [moraes3p@gmail.com](mailto:moraes3p@gmail.com).

<sup>3</sup> Graduada em Biotecnologia da UNIFAL-MG – Campus Alfenas. [jade.delnero@hotmail.com](mailto:jade.delnero@hotmail.com)

<sup>4</sup> Prof. Dr. do PPG em Ciências Ambientais UNIFAL-MG – Campus Alfenas. [sandrobiogen@gmail.com](mailto:sandrobiogen@gmail.com)

um papel chave na regulação da resposta das plantas a condições ambientais (Lombardiet al., 2010). Nesse sentido, o NO age como molécula sinalizadora, uma vez que ele pode ativar uma sequência de eventos acionando respostas de defesa celular (Arasimowicz e Floryszak-Wieczorek, 2007). Desta forma, objetivou-se verificar o possível efeito protetor do óxido nítrico (NO) sobre a salinidade em plantas de *Crambe abyssinica*.

## **METODOLOGIA**

Sementes de *Crambeabyssinica*Hochst(Brassicaceae) foram fornecidas pela Fundação MS Para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias – Maracaju – MS, e armazenadas em sacos de papel, em geladeira a 4° C.As sementes foram descascadas e desinfestadas antes de serem expostas a diferentes fontes de sal (NaCl ou KCl), os quais foram adicionados ao meio de culturaMS(Murashige e Skoog, 1962)nas concentrações de 25, 50, 75, 100, 125 e 150 mM. A ausência de sal foi utilizada como tratamento controle.Após a inoculação, os tubos foram transferidos para sala de crescimento com fotoperíodo de 16 horas, luminosidade de 5,6 W/m<sup>2</sup> e temperatura de 25 ± 2 °C.

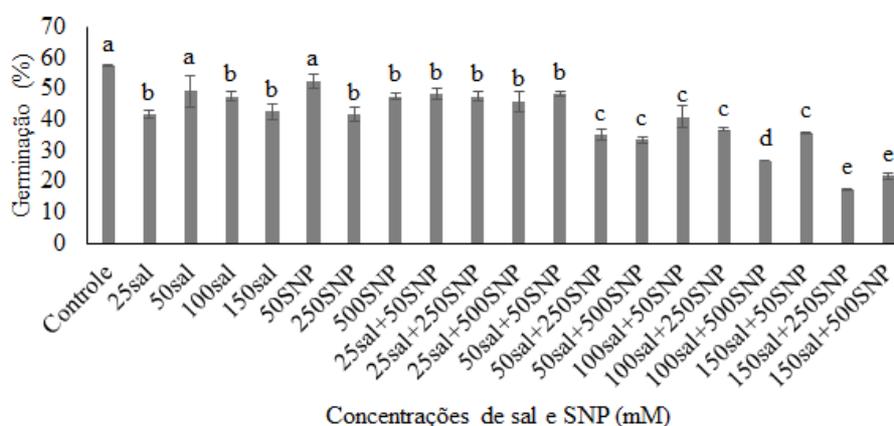
Para avaliação do efeito protetor do óxido nítrico (NO) foi utilizado nitroprussiato de sódio (SNP) como doador de NO. Para isso, baseado nos experimentos anteriores, as sementes foram expostas a uma combinação de tratamentos comNaCl(25, 50, 75, 100, 125 e 150 mM) com diferentes concentrações de SNP (50, 100, 200, 400 e 800 mM). Também foi avaliado o efeito do NaCl e SNP isoladamente e suas respectivas condutividades elétricas no meio de cultura. Após a inoculação, os tubos foram transferidos para sala de crescimento com fotoperíodo de 16 horas, luminosidade de 5,6 W/m<sup>2</sup> e temperatura de 25 ± 2 °C.

Durante os primeiros 7 dias de cultivo *in vitro*, avaliou-se o percentual de germinação (G%) contabilizando-se o número de sementes com protusão radicular de ± 0,1 cm e o índice de velocidade de germinação (IVG) por meio da fórmula de McGuire (1962). Aos 14 dias de cultivo *in vitro*, foram avaliados o comprimento de raiz (CR) e de parte aérea (PA) das plântulas utilizando-se paquímetro digital, além da biomassa fresca (BF) e biomassa seca (BS) por meio de balança analítica de precisão. A BF foi determinada por meio de pesagem de plântulas, com subsequente secagem em estufa com circulação forçada de ar à 60 °C, até peso constante. Após esse período, o material foi retirado da estufa e colocado em dessecador com sílica gel durante 30 minutos para resfriamento, sendo, então, novamente pesado para determinação da BS.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com 24 tratamentos e 20 tubos por tratamento, com 3 sementes por tubo, para avaliação de G%, IVG, CR, PA, BF e BS. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), por meio do *software* estatístico R Core Team (2011), versão 3.4.0, via pacote ExpDes.pt.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos indicam que a aplicação de NO exógeno, sob a forma de SNP, melhora a tolerância de plantas ao estresse induzido por salinidade. Em sementes de *Cucumis sativus* SNP foi eficaz na reversão do impacto negativo de NaCl na germinação (Fanet al., 2013). Contudo, não houve efeito protetor do óxido nítrico sobre o percentual de germinação de sementes de *C. abyssinica* em relação às diferentes concentrações de NaCl, e decréscimo no percentual de germinação (Figura 1). Além disso, houve efeito fitotóxico acumulado para a germinação, de forma que a combinação das duas maiores concentrações de SNP (250 e 500 mM) com 150 mM de NaCl, apresentaram as menores médias de G% (Figura 1).

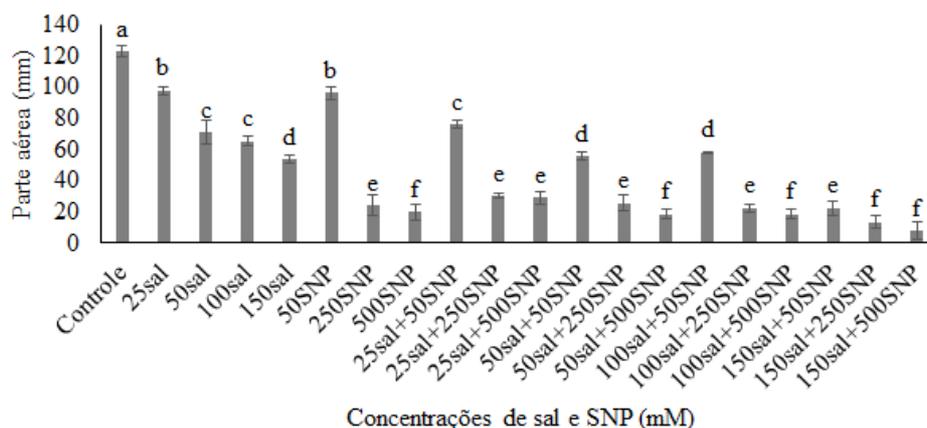


**Figura 1.** Percentual de germinação de *C. abyssinica* expostas a diferentes combinações de NaCl e SNP. Letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Barras: erro padrão da média.

O atraso do processo germinativo pode estar relacionado com a diminuição do potencial osmótico decorrente do aumento da concentração de sais no meio e, conseqüentemente, com a redução do potencial hídrico (FANTI et al., 2004). Desta forma, também não houve efeito protetor significativo ( $p < 0,05$ ) do óxido nítrico para a velocidade da germinação de sementes de *C. abyssinica* exposta à salinidade.

Segundo Dell'Áquilla (1992), a redução no PA e CR se devem às mudanças na turgescência celular, em função da diminuição da síntese de proteínas nas condições de

estresse salino. Neste sentido, não houve efeito protetor significativo ( $p<0,05$ ) do óxido nítrico para o comprimento da parte aérea de plantas de *C.abbyssinica* expostas à salinidade (Figura 2). De modo similar, Guedes et al. (2011) verificaram que o CR e PA de plântulas de *Chorisiaglaziovii* também foram afetados com o aumento dos níveis de salinidade.



**Figura 2.** Comprimento da parte aérea plântulas de *C.abbyssinica* expostas a diferentes combinações de NaCl e SNP. Letras iguais não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p<0,05$ ). Barras: erro padrão da média.

O efeito protetor do SNP é devido à liberação de NO e sua função protetora inclui a regulação das ERO e antioxidantes, indução da expressão de genes, e a absorção e distribuição de elementos (Hsu e Kao, 2004). Neste sentido, a combinação (25sal+500SNP) apresentou um efeito protetor significativo ( $p<0,05$ ) do óxido nítrico em relação à combinação (25sal+250SNP) para o comprimento da raiz principal. Contudo, este resultado não foi suficiente para reverter os efeitos da fitotoxicidade do sal aos níveis do tratamento controle.

Não houve efeito protetor significativo ( $p<0,05$ ) do óxido nítrico em relação à massa fresca de plantas de *C.abbyssinica* expostas à salinidade. Por outro lado, a combinação (100sal+500SNP) elevou significativamente ( $p<0,05$ ) a massa seca das plantas de *C.abbyssinica* em relação à combinação (100sal+250SNP). Contudo, este efeito protetor do óxido nítrico não foi suficiente para reverter os efeitos fitotóxicos da salinidade. Por se tratar de uma espécie reativa de nitrogênio (ERN), os efeitos do NO podem ser citotóxicos ou de proteção dependendo da sua concentração (Lamattina et al., 2003).

## CONCLUSÕES

De maneira geral, não houve efeito protetor do óxido nítrico sobre os parâmetros germinativos e de crescimento inicial de plântulas de *C.abbyssinica* expostas a diferentes combinações de NaCl e SNP.

## REFERÊNCIAS

- ARASIMOWICZ, M.; FLORYSZAK-WIECZOREK, J. Nitric oxide as a bioactive signalling molecule in plant stress responses. **Plant Science**, v. 172, n. 5, p. 876-887,2007.
- ATIA, A.et al. Differential response to salinity and water deficit stress in *Polypogon monspeliensis* L. Desf. provenances during germination. **Plant Biology**, v. 13, n. 3, p. 541-545,2011.
- DELL'AQUILA, A. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under the osmotic stress of polyethylene glycol. *Annals of Botany*, v. 69, n. 2, p. 167-171, 1992.
- FAN, H.-F.; DU, C.-X.; GUO, S.-R. Nitric oxide enhances salt tolerance in cucumber seedlings by regulating free polyamine content. **Environmental and Experimental Botany**, v. 86, p. 52-59,2013.
- GUEDES, R. S. & ALVES, E. U.; Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). *Cerne*, v. 17, n. 4, 2011.
- HSU, Y. T.; KAO, C. H. Cadmium toxicity is reduced by nitric oxide in rice leaves. **Plant Growth Regulation**, v. 42, n. 3, p. 227-238,2004.
- LAMATTINA, L.et al. Nitric oxide: the versatility of an extensive signal molecule. **Annual Review of Plant Biology**, v. 54, n. 1, p. 109-136,2003.
- LOMBARDI, L.et al. Nitric oxide and hydrogen peroxide involvement during programmed cell death of *Sechium edule* nucellus. **Physiologia plantarum**, v. 140, n. 1, p. 89-102,2010.
- MUR, L. A. J.et al. Nitric oxide in plants: an assessment of the current state of knowledge. **AoB plants**, v. 5, p. pls052,2013.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497,1962.
- PITOL, C. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Fundação MS, 2010.
- RAMOS, L. P.et al. Tecnologias de produção de biodiesel. **Revista virtual de química**, v. 3, n. 5, p. 385-405,2011.