

## Estresse oxidativo em plantas de aveia branca submetidas à salinidade

### *Oxidative stress in white oat plants submitted to salinity*

Bruna Evelyn Paschoal Silva<sup>1</sup>, Adrya Vanessa Lira Costa<sup>2</sup>, Francine Zaiosc Simmi<sup>3</sup>,  
Fernanda Reolon<sup>4</sup>, Sidnei Deuner<sup>5</sup>, Dario Munt de Moraes<sup>6</sup>

#### RESUMO

O cultivo da aveia branca (*Avena sativa* L.) como sistema de rotação de culturas entre os períodos de outono/inverno é uma alternativa viável, tendo em vista sua capacidade de recuperação de solos, porém, fatores como a salinização do solo de cultivo podem limitar a produtividade da cultura. Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de NaCl no crescimento inicial e metabolismo antioxidante de plantas de aveia branca. O experimento foi realizado em casa de vegetação, as plantas foram submetidas a diferentes concentrações de NaCl (0, 50, 100 e 150 mM) e 14, 21 e 28 dias após a semeadura foram feitas as análises de comprimento da parte aérea e atividade das enzimas antioxidantes, superóxido dismutase (SOD), ascorbato peroxidase (APX) e catalase (CAT). O comprimento das plantas foi reduzido em função do incremento da concentração de NaCl e as enzimas antioxidantes atuaram diferentemente nos três períodos analisados. Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que o sistema antioxidante das plantas de aveia branca é eficiente na atenuação do estresse salino até 100mM de NaCl, uma vez que na concentração mais elevada do sal o estresse ocasionou redução no comprimento das plantas.

**Palavras chaves:** *Avena sativa*; enzimas antioxidantes; crescimento.

#### ABSTRACT

*The cultivation of white oats (Avena sativa L.) as a crop rotation system between the autumn / winter periods is a viable alternative, considering its soil recovery capacity,*

<sup>1</sup>Mestranda Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Pelotas.

<sup>2</sup>Mestranda Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Pelotas.

<sup>4</sup>Pós Doutorado no Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas.

<sup>5</sup>Professor no Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas.

<sup>6</sup>Professor no Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas.

*however, factors such as salinization of the cultivated soil can Limit crop productivity. The objective of this work was to evaluate the effect of different concentrations of NaCl on the initial growth and antioxidant metabolism of white oat plants. The experiment was carried out in a greenhouse, the plants were submitted to different concentrations of NaCl (0, 50, 100 and 150 mM) and 14, 21 and 28 days after sowing. Antioxidant enzymes, superoxide dismutase (SOD), ascorbate peroxidase (APX) and catalase (CAT). The length of the plants was reduced as a function of the increase of the NaCl concentration and the antioxidant enzymes acted differently in the three analyzed periods. The results obtained in the present study demonstrate that the antioxidant system of white oat plants is efficient in the attenuation of salt stress up to 100 mM NaCl, since in the higher salt concentration the stress caused a reduction in the length of the plants.*

**Key words:** *Avena sativa; enzymes; growth.*

## INTRODUÇÃO

Com a expansão da área agrícola cultivada no mundo, partes marginais sujeitas a secas frequentes e solos salinos estão sendo progressivamente incorporadas. Além disso, com a necessidade de irrigação nessas extensas áreas tem agravado o problema da salinização secundária, particularmente nas regiões tropicais onde prevalecem condições climáticas adversas como evapotranspiração e temperaturas elevadas. Esses problemas são frequentemente associados com manejo inadequado da água e do solo além do uso de águas com elevado teor de sais, o que agrava intensamente o problema da salinização dos solos. Esse quadro é típico das regiões semiáridas, onde a irrigação aparece como uma importante alternativa tecnológica para incrementar a produtividade agrícola (SILVEIRA et al., 2010).

Em plantas, o excesso de sais induz estresse constituindo assim um fator limitante para a distribuição e a produtividade das espécies (YILDIRIM et al., 2009; QIN et al., 2010). O estresse salino pode promover baixos potenciais osmóticos e altas concentrações de cátions, como o  $\text{Na}^+$ ;  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  e ânions, como  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{4-}$ ,  $\text{HCO}_3^{3-}$ ,  $\text{CO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$  (TOPPA; BRAMBILLA, 2011).

Em solos com alta concentração de sais, a deficiência hídrica é a maior causadora de redução na produtividade das culturas e também é responsável pela alteração em diversos processos metabólicos (PIMENTEL et al., 2002). Outras alterações incluem o comprometimento da abertura e fechamento estomático, a redução do crescimento foliar, diminuição da produção de massa que podem ser influenciadas diretamente pelo acúmulo de altos teores de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  nas folhas, ocasionando a diminuição do teor relativo de água, pressão de turgor e o potencial hídrico celular (LARCHER, 2016).

Entre as espécies vegetais amplamente cultivadas e de grande importância econômica está a aveia branca (*Avena sativa* L.), cultura originária da Ásia antiga, a, foi identificada primeiramente como invasora no trigo e cevada. Teve sua expansão para o continente europeu onde encontrou condições de clima e solo favoráveis à sua produção e logo se tornou uma importante fonte de alimentação (RODRIGUES et al., 2011). É uma planta anual que concentra seu desenvolvimento nos meses mais frios, sendo amplamente utilizada em sistemas de rotação de culturas durante períodos de outono/inverno (BRUNES, 2013; MACHADO, 2000). Seu cultivo tem por finalidade promover cobertura do solo, produção de forragem, feno, silagem e grãos, alimentação humana, bovinos de corte e leite (MACHADO, 2000).

Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de NaCl no crescimento inicial e metabolismo antioxidante de plantas de aveia branca.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e no Laboratório de Nutrição de Plantas pertencentes ao Programa de Pós Graduação de Fisiologia Vegetal do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Campus Capão do Leão/RS, no período de setembro a dezembro de 2016. Foram utilizadas sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.), estas foram semeadas em recipientes de polietileno com volume de 100 mL, após a semeadura a irrigação foi realizada com solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) com modificações concomitante com 30 mL de solução de cloreto de sódio (NaCl), nas concentrações de 0, 50, 100 e 150 mM por recipiente e a

cada três dias. As plantas foram mantidas em casa de vegetação e posteriormente realizadas as seguintes avaliações:

**Comprimento e massa seca de parte aérea e raiz:** realizado aos 28 dias após a semeadura e obtido pela média de todas as plântulas de cada recipiente. A medida do comprimento da parte aérea e das raízes foi obtida com auxílio de uma régua milimetrada e os resultados expressos em cm plântula<sup>-1</sup>. A determinação da massa da matéria seca foi obtida gravimetricamente em estufa a 75 °C até massa constante e os resultados expressos em g plântula<sup>-1</sup>;

**Determinação da atividade de enzimas antioxidantes:** foram realizadas coletas de material vegetal aos 14, 21 e 28 dias após a semeadura e o extrato enzimático para a determinação das atividades da superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e ascorbato peroxidase (APX) em folhas foi obtido pela maceração das amostras dos tecidos em nitrogênio líquido, seguido da homogeneização em polivinilpolipirrolidona (PVPP) 50 % (p/p) e 2 mL de tampão fosfato de potássio 100 mM (pH 7,8) contendo EDTA 0,1 mM e ácido ascórbico 20 mM. O extrato foi centrifugado a 12000 g por 20 min à 4 °C e o sobrenadante utilizado para mensurar a atividade enzimática e a quantificação das proteínas pelo método de Bradford (1976).

A atividade SOD foi baseada na sua capacidade de inibir a foto-redução de nitroazul de tetrazólio (NBT) (GIANNOPOLITIS; RIES, 1977) no meio de reação contendo fosfato de potássio 50 mM (pH 7,8), metionina (14 mM), EDTA (0,1 mM), NBT (75 µM), e riboflavina (2 mM). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 560 nm, assumindo que uma unidade de SOD é a quantidade de enzima capaz de inibir em 50% a foto-redução do NBT (BEAUCHAMP; FRIDOVICH, 1971).

A atividade CAT foi determinada pelo método descrito por Azevedo et al. (1998) com modificações. O decréscimo na absorbância, durante 90 segundos foi medido em 240 nm, a 25 °C, num meio de reação incubado a 34 °C, até que o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 12,5 mM e o extrato enzimático fossem adicionados para posterior leitura.

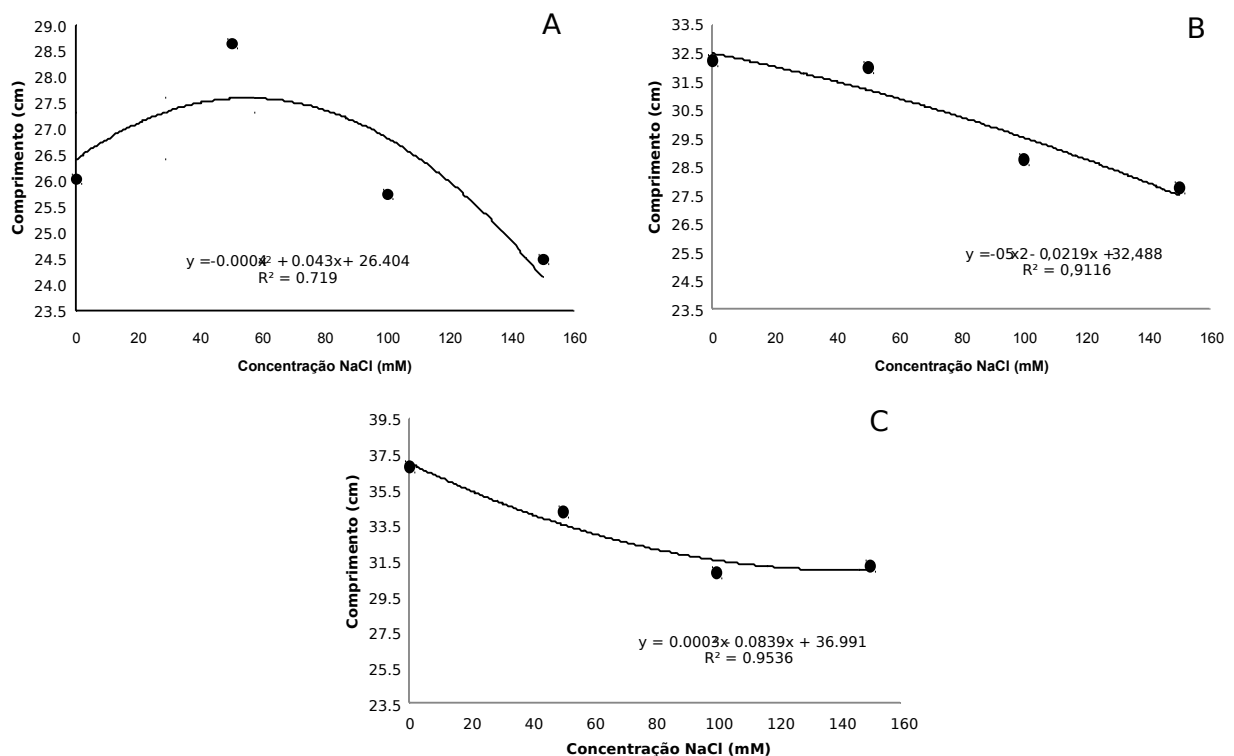
A atividade da APX foi realizada segundo Nakano e Asada (1981), com modificações, por meio da avaliação da taxa de oxidação do ascorbato. O meio de reação, composto de tampão fosfato de potássio, 100 mM (pH 7,0) e ácido ascórbico (0,5 mM), foi incubado a 37 °C por 10 min. Antes de efetuar a leitura, a 290 nm, em intervalos de dez em dez

segundos até completar 90 segundos, foi adicionado H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0,1 mM). O decréscimo na absorvância foi monitorado por um minuto e meio e os resultados foram expressos em  $\mu\text{mol ASA min}^{-1} \text{mg prote\u00edna}^{-1}$ .

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema simples, com quatro repeti\u00e7\u00f5es, sendo cada repeti\u00e7\u00e3o constitu\u00edda por seis plantas. Os dados obtidos foram submetidos \u00e0 an\u00e1lise de vari\u00e2ncia. No caso de efeito significativo as vari\u00e1veis quantitativas, foram submetidas \u00e0 an\u00e1lise de regress\u00e3o, testando-se os modelos linear e quadr\u00e1tico, utilizando o software estat\u00edstico Sisvar vers\u00e3o 4.6 (Ferreira, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSS\u00c3O

Os resultados referentes ao comprimento da parte a\u00e9rea das plantas apresentaram tend\u00eancia quadr\u00e1tica de redu\u00e7\u00e3o nos tr\u00eas per\u00edodos avaliados (Figura 1), houve redu\u00e7\u00e3o do comprimento das plantas em fun\u00e7\u00e3o do incremento na concentra\u00e7\u00e3o de NaCl, essa redu\u00e7\u00e3o foi significativa e mais acentuada nas maiores concentra\u00e7\u00f5es de sal (100 e 150 Mm).



**Figura 1:** Comprimento da parte aérea de plantas de aveia submetidas a diferentes concentrações de NaCl pelo período de 14, 21 e 28 dias

Esses resultados corroboram com inúmeros estudos indicando que concentrações altas de NaCl podem influenciar negativamente o crescimento e o acúmulo de massa seca das plantas, nas mais variadas espécies (SILVA et al., 2007; TIMM, 2012; SILVEIRA et al., 2013). Essa inibição do crescimento é uma resposta primária em plantas submetidas ao estresse salino (TIMM, 2012). Altas concentrações de NaCl no solo impedem a absorção de água, resultando na redução da translocação do floema onde as raízes deixam de receber fotoassimilados e conseqüentemente seu crescimento será reduzido.

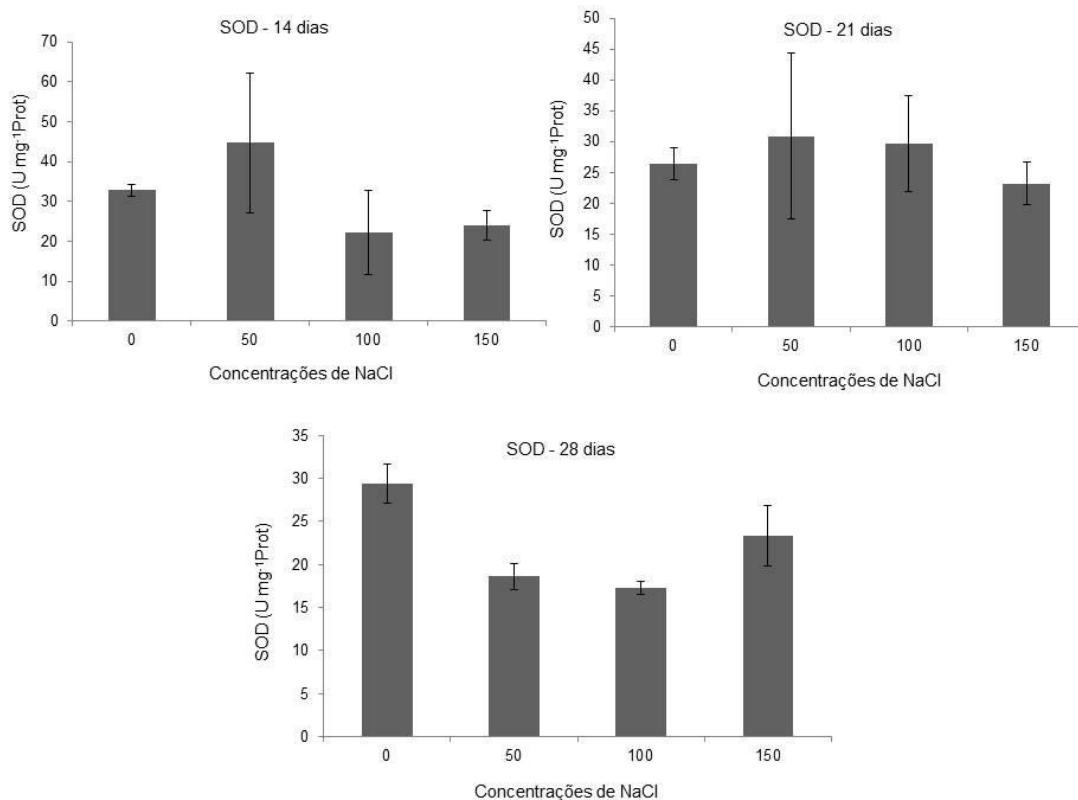
O efeito da salinidade no metabolismo celular dos vegetais resulta da alta concentração de solutos no solo, provocando diminuição nos potenciais hídricos e osmótico, assim, o solo retém mais água reduzindo sua disponibilidade para a planta. O estresse iônico, decorrente dos níveis elevados de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , pode acarretar toxicidade iônica e desequilíbrio nutricional, devido à deficiência de íons como potássio, cálcio, magnésio, fósforo e nitrato (WILLADINO; CAMARA, 2010).

Alterações no metabolismo em virtude do acúmulo de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  nos tecidos vegetais, ocasionam uma produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROs), podendo acarretar estresse oxidativo nas plantas (PARVAIZ; SATYAWATI, 2008). As EROs por ser altamente reativas e tóxicas, modificando ou bloqueando outras vias metabólicas, causando danos aos componentes celulares tais como peroxidação lipídica de membranas, inativação de enzimas devido a desnaturação, oxidação de carboidratos, danos na conformação dos ácidos nucleicos e do complexo do fotossistema II (PS II) (GILL; TUTEJA, 2010)

As principais EROs são formadas a partir de várias reações, tendo por base o radical superóxido ( $\text{O}_2^-$ ) que leva a formação do peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), do radical hidroxila ( $\text{OH}^\cdot$ ) e de outras espécies reativas tais como o oxigênio singleto ( $^1\text{O}_2$ ) (BHATTACHARJEE, 2012). Em resposta a produção excessiva de EROs, as plantas desenvolveram um mecanismo para efetuar sua remoção, ou mesmo para minimizar seus efeitos tóxico. Assim, como forma de mitigar os danos causados pelo excesso de EROs nos mais diversos compartimentos celulares, através da manutenção do balanço entre

produção e eliminação e com propósito de manter a homeostase da célula, as plantas possuem um sistema enzimático, formado pelas enzimas superóxido dismutase (SOD), ascorbato peroxidase (APX) e a catalase (CAT) (SANTOS, 2015).

No presente estudo a atividade da enzima superóxido dismutase (Figura 2), diminuiu gradativamente em 50 e 100 mM de NaCl aos 28 dias após a semeadura, nesse mesmo período a atividade da SOD foi acrescida em 150 Mm, entretanto ainda permaneceu com valores inferiores ao controle. O padrão de atividade da SOD, nesse período, pode ser atribuído ao aumento na concentração salina e ao acúmulo de superóxido ( $O_2^-$ ), provocado pelo excesso de sais. Considerada a primeira linha de defesa contra EROs, a SOD realiza a dismutação dos íons superóxido, com a formação de  $H_2O_2$ , catalisando a remoção do  $O_2^-$ . A SOD está presente em todos os compartimentos celulares suscetíveis ao estresse oxidativo (KOPPENOL, 2001; SANTOS, 2015). A modulação positiva dessa enzima, verificada no presente estudo, é relatada por alguns autores como sendo resultado à exposição ao estresse salino, podendo estar relacionada à tolerância em situações de estresse (VAIDYANATHAN et al., 2003; DEMIRAL; TURKAN, 2005; KOCA et al., 2007; HU et al., 2008; RYANG et al., 2009).



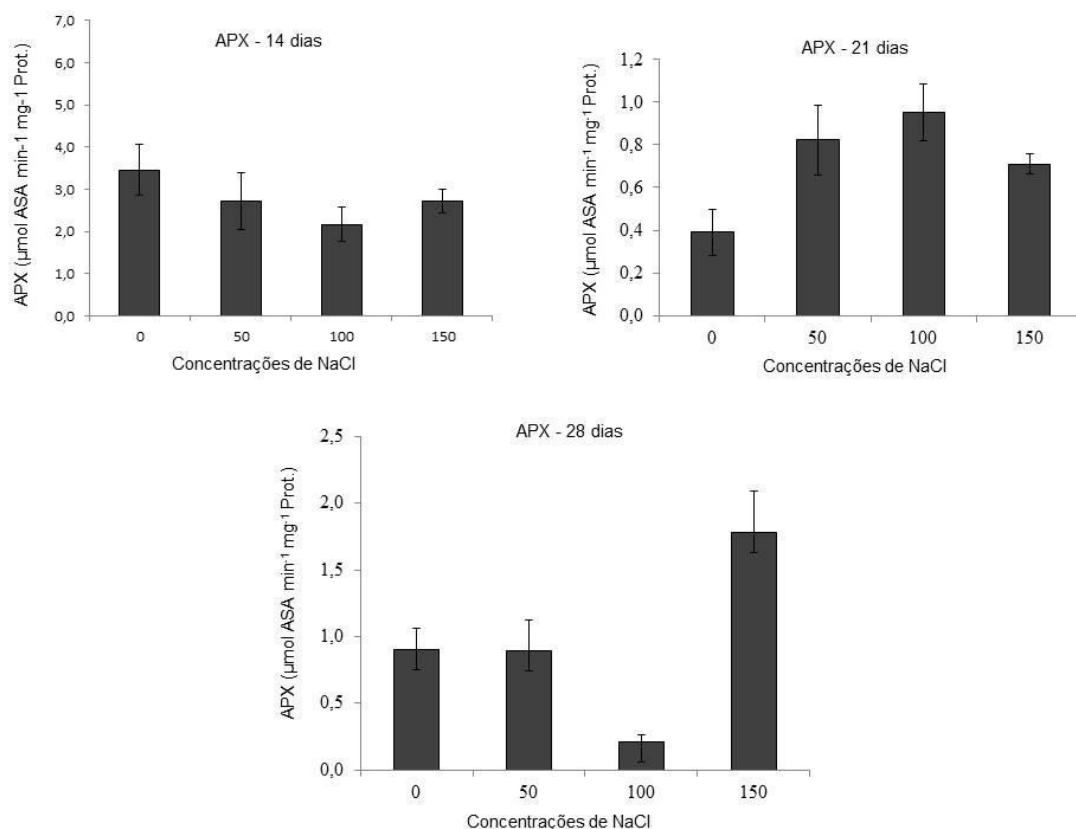
**Figura 2:** Atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) aos 14, 21 e 28 dias após a semeadura em plantas de aveia submetidas a diferentes concentrações de NaCl (mM).

O  $H_2O_2$  formado pela reação da SOD, pela beta oxidação dos ácidos graxos e fotorespiração nos peroxissomos, dentre outras formas é dismutado em água ( $H_2O$ ) e  $O_2$ , por meio da enzima catalase (CAT). A ascorbato peroxidase (APX) também promove a remoção do  $H_2O_2$ , no entanto, ela atua diretamente na remoção do peróxido de hidrogênio dos cloroplastos e citosol, enquanto a CAT atua principalmente nos peroxissomos. Por apresentar uma maior afinidade por  $H_2O_2$  que a catalase, a APX remove o  $H_2O_2$  reduzindo-o em  $H_2O$  e dehidroascorbato, usando o ácido ascórbico como agente redutor (MARTÍ et al., 2009).

A atividade da APX (Figura 3) foi superior em relação às outras enzimas. Muitos autores atribuem à APX a redução dos efeitos prejudiciais do estresse salino, esta enzima ainda responde pela regulação da concentração do  $H_2O_2$  em função de sua

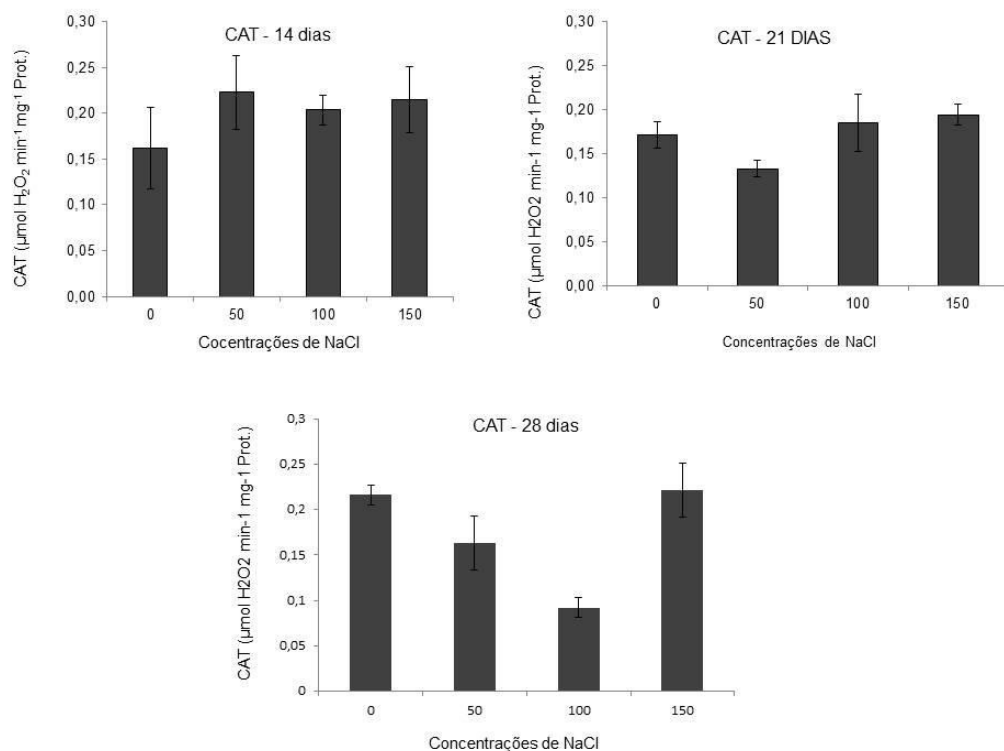


grande afinidade pelo peróxido de hidrogênio (MITTLER, 2002; ABOGADALLAH et al., 2010).



**Figura 3:** Atividade da enzima ascorbato peroxidase (APX) aos 14, 21 e 28 dias após a semeadura em plantas de aveia submetidas a diferentes concentrações de NaCl (mM).

A atividade da CAT (Figura 4) foi reduzida nas concentrações de 50 e 100 MM de NaCl, no entanto, na maior concentração de sal essa atividade foi acrescida, alcançando valores próximos ao controle, o que pode ser justificado pela menor afinidade dessa enzima ao  $\text{H}_2\text{O}_2$  (MARTÍ et al., 2009).



**Figura 4:** Atividade da enzima catalase (CAT) aos 14, 21 e 28 dias após a semeadura em plantas de aveia submetidas a diferentes concentrações de NaCl (mM).

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que o sistema antioxidante das plantas de aveia branca é eficiente na atenuação do estresse salino até 100 mM de NaCl, uma vez que na concentração mais elevada do sal (150 mM) o estresse ocasionou redução no comprimento das plantas.

## REFERÊNCIAS

ABOGADALLAH, G. M.; SERAG, M. M.; QUICK, P. W. Fine and coarse regulation of reactive oxygen species in the salt tolerant mutants of barnyard grass and their wildtype parents under salt stress. **Physiologia Plantarum**, v. 138, p. 60-73, 2010.

AZEVEDO, R. A. et al. Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type and a catalasedeficient mutant of barley. **Physiologia Plantarum**, v. 104, p. 280-292, 1998.

BEAUCHAMP C.; FRIDOVICH I. 1971. Superoxide dismutase: Improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. - **Anais. Biochemistry** . v. 44, p. 276-287

BHATTACHARJEE, S. **The Language of Reactive Oxygen Species Signaling in Plants**. Journal of Botany, v. 2012, Article ID 985298, p. 1-22, 2012

BRADFORD, M. M. **A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding**. Analytical Biochemistry, v.72, p. 248-254, 1976.

BRUNES, A. et al. Crescimento de plântulas de aveia branca submetidas ao estresse salino. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3455 – 3462, Mar. 2013.

DEMIRAL, T.; TURKAN, I. Comparative lipid peroxidation, antioxidant defense systems and proline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance. **Environmental Experimental Botany**, v. 53, p. 247-257, 2005.

FERREIRA, D. F. SISVAR versão 4.6, **Universidade Federal de Lavras**, Lavras, 2003.

GIANNOPOLITIS, C. N.; RIES, S. K. Superoxide dismutases. **Plant Physiology**, v. 59, p.309-314, 1977.

GILL, S. S.; TUTEJA, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 48, n. 12, p. 909-930, Dec. 2010.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soils. **Berkeley: California Agricultural Experimental Station**, 347p., 1950.

HU, W. H.; SONG, X. S.; SHI, K.; XIA, X. J.; ZHOU, Y. H.; YU, J. Q. Changes in electron transport, superoxide dismutase and ascorbate peroxidase isoenzymes in chloroplasts and mitochondria of cucumber leaves as influenced by chilling. **Photosynthetica**, v. 46, p.581-588, 2008.

- KOCA, H. et al. The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. **Environmental and Experimental Botany**, v. 60, p. 344-351, 2007.
- KOPPENOL, W. H. **The Haber-Weiss cycle – 70 years later**. Redox Report, Essex, v. 6, n. 4, p. 229-234, Aug. 2001.
- LARCHER MV, et al. Ku Binding on Telomeres Occurs at Sites Distal from the Physical Chromosome Ends. *PLoS Genet* , v.12, 2016.
- MACHADO, L. A. Z. **Aveia: forragem e cobertura de solo**. Mato Grosso do Sul: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. 16 p. (Coleção Sistema Plantio Direto, 3).
- MARTÍ, C. M., CAMEJO, D., GARCÍA-FERNÁNDEZ, N., ÁLVEREZ-RELLÁN, R., Marques, S., Sevilla, F., Jiménez, A. Effect of oil refinery sludges on the growth and antioxidant system of alfalfa plants. **Journal of Hazardous Materials**, v. 171, p. 879-885, 2009.
- MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends Plant Science**, v. 7, p. 405-410, 2002.
- NAKANO, Y., Asada, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts. **Plant and Cell Physiology**, v. 22, p. 867-880, 1981. PARVAIZ, A.; SATYAWATI, S. Salt stress and phytochemical responses of plants – a review. **Plant Soil Environmental**, v. 54, p. 89-99, 2008.
- PIMENTEL, C. et al. Tolerância protoplasmática foliar à seca, em dois genótipos de caupi cultivadas em campo. **Revista Universidade Rural**. Série Ciências da vida, v. 22, n. 1, p. 7-14, 2002.
- QIN J.; DONG W. Y.; HE K. N.; YU Y.; TAN G. D.; HAN, L.; DONG, M.; ZHANG Y. Y.; ZHANG, D.; LI, Z. A.; WANG, Z. L. NaCl salinity-induced changes in water status, ion contents and photosynthetic properties of *Shepherdia argentea* (Pursh) Nutt. seedlings. **Plant, Soil and Environment**, v. 56, p. 325-332, 2010.

- RODRIGUES, D. A.; AVANZA, M. F. B.; DIAS, L. G. G. G. Sobressemeadura de aveia e azevém em pastagens tropicais no inverno: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, v. 16, p.1-22, 2011.
- RYANG, S.; WOO, S.; KWON, S.; KIM, S.; LEE, S. H.; KIM, K.; LEE, D. Changes of net photosynthesis, antioxidant enzyme activities, and antioxidant contents of *Liriodendron tulipifera* under elevated ozone. **Photosynthetica**, v. 47, p. 19-25, 2009.
- SANTOS, H. R. B. **Abordagem multivariada de características fisiológicas foliares de cana-de-açúcar sob estresse hídrico**. Tese (Doutorado) – Programa de PósGraduação em Agronomia/Fisiologia Vegetal. Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2015.
- SILVA, R. N.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M; PEREIRA, A. L.; DUARTE, G. L. Physiological quality of barley seeds submitted to saline stress. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, p. 40-44, 2007.
- SILVEIRA, J. A. G. Antioxidative enzymatic protection in leaves of two contrasting cowpea cultivars under salinity. **Biologia Plantarum**, v. 54, p. 159-163, 2010.
- TIMM, F. C. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos de genótipos de aveia branca em resposta à salinidade**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Instituto de Biologia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.
- TOPPA, E. V. B.; BRAMBILLA, W. P. Melhoramento de plantas e a salinidade dos solos. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, p. 21-25, 2011.
- VAIDYANATHAN, H., SIVAKUMAR, P., CHAKRABARST, 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.
- WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, p. 1-23, 2010.
- YILDIRIM, E., KARLIDAG, H., TURAN, M. Mitigation of salt stress in strawberry by foliar K, Ca and Mg nutrient supply. **Plant, Soil and Environment**, v. 55, p. 213-221, 2009.



REVISTA DA JORNADA DA  
PÓS-GRADUAÇÃO E  
PESQUISA - CONGREGA

ISSN: 2526-4397 1982-2960

Realização:  
UR CAMP