ÁCIDO ASCÓRBICO NA ATENUAÇÃO DOS EFEITOS DO ESTRESSE SALINO EM AMENDOIZEIRO

José Clebson Barbosa Lúcio¹; Rita de Cássia Alves²; Kevein Ruas de Oliveira³; Jeferson dos Santos da Silva⁴; Emilaine da Rocha Prado⁵; Willians César Carrega⁶; Priscila Lupino Gratão⁷

¹Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal), FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, clebson_jcbl.praxedes@hotmail.com; ²Doutoranda em Agronomia (Produção Vegetal), FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP; ³Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal), FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP; ⁴Graduando em Agronomia FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP; ⁵Graduanda em Agronomia FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP; ⁶Doutor em Agronomia (Produção Vegetal), FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP; ⁷Docente da FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

RESUMO: O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito benéfico da aplicação exógena de AsA em amendoimzeiro sob estresse salino, através da determinação de respostas fisiológicas e dano oxidativo. O experimento foi realizado em DIC, num esquema fatorial 2x2, composto por duas concentrações de ácido ascórbico (AsA) (0 e 50 mM) e duas concentrações de cloreto de sódio (NaCl) (0 e 50 mM). A salinidade foi aplicada diariamente junto com a irrigação e o AsA foi aplicado duas vezes na semana por via foliar, sendo a unidade experimental um vaso com capacidade para 4 litros de solo. Aos 40 dias após a germinação avaliou-se os parâmetros de conteúdo de clorofila total; carotenóides e MDA, além de massa seca da parte aérea, raiz e total. Com base nos resultados, a aplicação de AsA exógena alivia os efeitos deletérios causados pela salinidade através do incremento de pigmentos fotossintéticos e da redução dos danos oxidativo, refletindo em um maior crescimento de parte aérea do amendoimzeiro.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L., salinidade, estresse oxidativo.

INTRODUÇÃO

A cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma das plantas oleaginosas mais produzidas no Brasil, onde a produção esperada para a safra 2017/2018 é de 515,4 mil toneladas, sendo o estado de São Paulo o maior produtor (CONAB, 2018). No entanto, para o bom rendimento da cultura é necessário que as condições ambientais sejam favoráveis, uma vez que, os diversos estresses abióticos provocam alterações fisiológicas e bioquímicas reduzindo diretamente o crescimento das plantas (PONTIGO et al. 2017, ALVES et al. 2018). Dentre os estresses abióticos, o salino é caracterizado como um dos mais problemáticos, pois limita o crescimento e a absorção de nutrientes pelas plantas (ALVES et al. 2018).

Os sintomas provocados pelo estresse salino refletem mudanças morfológicas, fisiológicas e bioquímicas das plantas, tais como, diminuição na taxa fotossintética, deficiente absorção de nutrientes, indução da peroxidação lipídica através da superprodução de espécies reativas de oxigênio

(ERO) nas células vegetais, e inibição de sistemas enzimáticos (YASAR et al. 2016, ALVES et al., 2018).

Em vista disso, desenvolver pesquisas buscando estratégias de manejo que possibilite maior tolerância das plantas ao estresse salino é de fundamental importância. Assim, o uso de ácido ascórbico (AsA) exógeno pode ser um potente atenuador de estresse salino, induzindo síntese protéica e produzindo compostos de defesa química, além de ser um dos antioxidantes mais potentes, pois pode diminuir a síntese de ERO, aumentando assim a tolerância ao estresse (ALHASNAWI et al. 2016).

Diante da importância que esta cultura assume, este estudo teve por objetivo avaliar o efeito benéfico da aplicação exógena de AsA em amendoimzeiro sob estresse salino, através da determinação de respostas fisiológicas e danos oxidativos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP-Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal – SP a céu aberto. Sementes de amendoimzeiro da cultivar IAC-OI5 foram utilizadas para o desenvolvimento do trabalho.

Os tratamentos foram formados pela combinação de duas concentrações de cloreto de sódio (NaCl) (0 e 50 mM) e duas concentrações de ácido ascórbico (AsA) (0 e 50 mM). A aplicação do NaCl ocorreu diariamente junto com a irrigação, já a aplicação de AsA ocorreu duas vezes por semana sendo aplicado via foliar. O experimento foi realizado, utilizando o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, com quatro repetições, onde a unidade experimental foi representada por um vaso com capacidade para 4 litros de solo.

Quando as plantas atingiram 40 dias após a germinação, estas foram coletadas e avaliadas quanto aos seguintes parâmetros: conteúdo de clorofila total; carotenóides; massa seca da parte aérea, raiz e total; e conteúdo de malondialdeído (MDA). Após a coleta dos dados foi realizada a análise estatística pelo teste de comparação de médias, aplicando-se o teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando Software Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os resultados de clorofila total e carotenóides foi observado efeito significativo apenas para as concentrações de AsA (0 e 50 mM). Para ambas as concentrações de NaCl (0 e 50 mM) o maior conteúdo de clorofila ocorreu em 50 mM de AsA, correspondendo a 42% e 34,3% de incremento respectivamente para ambos os pigmentos nas condições de salinidade e AsA (Fig. 1A e 1B). Para o MSPA, foi observado efeito significativo do AsA entre e dentro das concentrações de NaCl, sendo que em 0 mM de NaCl houve incremento de 19,13% e em 50 mM de NaCl houve incremento de 8,7% da MSPA para 50 mM de AsA.

XV Encontro Sobre a Cultura do Amendoim

16 e 17 de agosto de 2018, centro de convenções da FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, SP

Comparando-se as concentrações de AsA entre as concentrações de NaCl observa-se que a maior MSPA ocorreu em 0 mM de NaCl independente da concentrações de AsA (Fig. 1C). Já para a MSR foi observado que a salinidade (50 mM de NaCl) reduziu a MSR quando usou-se a concentração de 50 mM de AsA (Fig. 1D).

Figura 1. Conteúdo de clorofila total (A) e carotenoides (B) ($\mu\text{g mg}^{-1}$ massa fresca); Massa seca da parte aérea (C), raiz (D) e total (E) (g planta^{-1}); conteúdo de MDA (F) ($\mu\text{mol mg}^{-1}$ massa fresca). Letras minúsculas comparam as concentrações de AsA entre si dentro das concentrações de NaCl, letras maiúsculas comparam as concentrações de AsA entre as concentrações de NaCl. Letras iguais não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com os resultados para a MST, houve efeito significativo tanto para o NaCl quanto para o AsA, onde dentro de 0 mM de NaCl foi observado maior MST com 50 mM de AsA, não havendo diferença dentro de 50 mM de NaCl. Entretanto, observou-se que houve redução da MST em 50 mM de NaCl independente da concentração de AsA (Fig. 1E).

Para peroxidação lipídica expressada pelo conteúdo de MDA, foi observado efeito significativo do AsA apenas dentro das concentrações de NaCl, onde o AsA (50 mM) reduziu o conteúdo de MDA dentro de ambas as concentrações de NaCl (0 e 50 mM (Fig. 1F). Nas condições de salinidade o AsA promoveu uma redução do conteúdo de MDA de 20,83 e 21,6% em 0 e 50 mM de NaCl, respectivamente.

O excesso de sal no solo e na água pode causar efeitos deletérios às plantas, como inibição da fotossíntese, redução da transpiração foliar, desequilíbrio iônico e aumento na produção de espécies reativas de oxigênio, gerando estresse oxidativo e consequentemente redução do crescimento (ALVES et al., 2018). Visto que o AsA desempenha um papel extremamente importante contra o estresse salino por meio da degradação direta das ROS (OZGUR et al., 2013), a aplicação de AsA exógeno proporcionou aumento do conteúdo total de clorofilas e carotenóides (Fig. 1A e 1B), indicando ação positiva do AsA na atenuação do estresse salino, uma vez que, a maior síntese de clorofila na fase inicial de crescimento do amendoim é vista como uma boa medida da capacidade das plantas em tolerar o estresse salino (ARUNYANARK et al., 2008). Além disso, o aumento de carotenóides também desempenha um papel protetor como antioxidante molecular por meio da degradação do oxigênio singlete (GOMES et al. 2017), de forma que o aumento do teor de carotenóides sob estresse salino contribui para uma menor produção de ROS e consequentemente menor destruição de pigmentos fotossintéticos (CHAKRABORTY et al., 2015). Neste mesmo sentido, o conteúdo de MDA em menores proporções, com a aplicação de AsA (Fig. 1F), reafirma a ação atenuadora do AsA sobre o estresse salino.

Sabe-se que o crescimento da parte aérea é mais sensível do que o crescimento radicular em condições de seca e de estresse salino (KAVAS et al., 2015). No presente estudo foi observado que o AsA promoveu incremento da MSPA em ambas as concentrações de NaCl (Fig. 1 C). Em concordância com o exposto acima, a MSR do amendoim não sofreu alterações quando exposta a salinidade (Fig. 1D), e devido a isto não foi possível verificar aumento da MST em condições de salinidade (Fig. 1E). Segundo WILLADINO e CÂMARA (2010), aspectos como as características da planta, incluindo identidade do órgão ou tecido, estágio de desenvolvimento e genótipo influenciam a resposta ao estresse.

De maneira geral os resultados acima mostram que o uso de AsA exógeno promoveu incremento dos pigmentos fotossintéticos e fotoprotetores com consequente redução da peroxidação lipídica, fatores que agem diretamente na eficiência do crescimento vegetal, corroborando com a maior MSPA (BARUS et al., 2015).

CONCLUSÃO

A aplicação de AsA exógena alivia os efeitos deletérios causados pela salinidade através do incremento de pigmentos fotossintéticos e da redução dos danos oxidativo, refletindo no maior crescimento de parte aérea do amendoizeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHASNAWI, A. N.; RADZIAH, C.M.Z.; KADHIMI, A.A.; ISAHAK, A.; MOHAMAD, A.; YUSOFF, W. M. W. Enhancement of antioxidant enzymes activities in rice callus by ascorbic acid under salinity stress. **Biologia Plantarum**, 13: 1-5, 2016.
- ALVES, R. C.; MEDEIROS, A. S.; NICOLAU, M. C. M.; PIZOLATO NETO, A.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, L. W.; TEZOTO, T.; GRATÃO, P. L. The partial root-zone saline irrigation system and antioxidant responses in tomato plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, 127: 366-379, 2018.
- ARUNYANARK, A.; JOGLOY, S.; AKKASAENG, C.; VORASOOT, N.; KESMALA, T.; RAO, R. C. N.; WRIGHT, G. C.; PATANOTHAI, A: Chlorophyll stability is an indicator of drought tolerance in peanut. **Journal of Agronomy and Crop Science** 194, 113–125, 2008.
- BARUS, W. A.; RAUF, A.; ROSMAYATI, AND HANUM, C. Improvement of salt tolerance in some varieties of rice by ascorbic acid application. **International Journal of Science and Research**, 4: 2277-8616, 2015.
- CHAKRABORTY, K.; SINGH, A. L.; KALARIYA, K. A.; GOSWAMI, N.; ZALA, P. V. Physiological responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars to water deficit stress: status of oxidative stress and antioxidant enzyme activities. **Acta Botanica Croatica**, 74(1), 123-142, 2015.
- CONAB-companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: Grãos. (ed. 9) Brasília, v. 5, 178p., 2018.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência Agrotecnologia**, 35, 1039-1042, 2011.
- GEST N.; GAUTIER H.; STEVENS R. Ascorbate as seen through plant evolution: the rise of a successful molecule. **Journal of Experimental Botany** 64:33–53, 2013.
- GOMES, M. A. C.; PESTANA, I. A.; SANTA-CATARINA, C.; HAUSER-DAVIS, R. A.; SUZUKI, M. S. Salinity effects on photosynthetic pigments, proline, biomass and nitric oxide in *Salvinia auriculata* Aubl.. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 29: 1-13, 2017.
- KAVAS, M.; AKÇA, O. E.; AKÇAY, U. C.; PEKSEL, B.; EROĞLU, S.; ÖKTEM, H. A.; YÜCEL, M. Antioxidant responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seedlings to prolonged salt-induced stress. **Archives of Biological Sciences**, 67(4), 1303-1312, 2015.
- OZGUR R.; UZILDAY B.; SEKMEN AH.; TURKAN I. Reactive oxygen species regulation and antioxidant defence in halophytes. **Functional Plant Biology** 40:832–847, 2013.

XV Encontro Sobre a Cultura do Amendoim
16 e 17 de agosto de 2018, centro de convenções da FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, SP

PONTIGO, S.; GODOY, K.; JIMÉNEZ¹, H.; GUTIÉRREZ-MORAGA, A.; MORA, M. L.; CARTES, P. Silicon-Mediated Alleviation of Aluminum Toxicity by Modulation of Al/Si Uptake and Antioxidant Performance in Ryegrass Plants. **Frontiers in Plant Science**, 8: 1-15, 2017.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R.; Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2010.

YASAR, F., UZAL, O., YASAR, O. Antioxidant enzyme activities and lipidperoxidation amount of pea varieties (*Pisum sativum* sp. *arvense* L.) under salt stress. **Fresenius Environmental Bulletin**, 5: 37–42, 2016.