

ESTRESSE OXIDATIVO EM PLÂNTULAS DE CAJUEIRO ANÃO- PRECOCE (*Anacardium occidentale* L.) SUBMETIDAS À SALINIDADE

Nara Lúcia Mendes Alencar¹; Juan Carlos Alvarez Pizarro²; Elton Camelo Marques³; José Tarquinio Prisco⁴; Marlos Alves Bezerra⁵ & Enéas Gomes Filho⁶

RESUMO --- A salinidade pode causar a formação de espécies reativas de oxigênio (ROS) e gerar um estresse oxidativo secundário, causando danos celulares e metabólicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade do sistema enzimático antioxidativo e a peroxidação de lipídios de plântulas de cajueiro anão-precoce, clones CCP 06 e BRS 189, submetidas à salinidade. As castanhas foram semeadas em potes plásticos, contendo vermiculita umedecida com água destilada (controle) ou com soluções de NaCl de condutividades elétricas de 8 e 16 dS m⁻¹ (tratamentos salinos), sendo mantidas em casa de vegetação. Aos 28 dias da semeadura, as plântulas foram coletadas para a determinação da atividade das enzimas dismutase do superóxido (SOD), peroxidase do guaiacol (GPX), peroxidase do ascorbato (APX) e do conteúdo de malondialdeído (MDA). A salinidade estimulou a atividade da SOD, principalmente, no maior nível de sal. As atividades das enzimas APX e GPX também foram estimuladas pela salinidade, sendo essa última a que mais contribuiu para a remoção de H₂O₂ produzido pela SOD. A peroxidação de lipídios foi pouco afetada pela salinidade, o que pode ser associado ao eficiente sistema antioxidativo existente nos dois clones, que conseguiu reduzir os danos oxidativos provocados pelas ROS.

ABSTRACT ---Salinity can lead the oxidative stress trough on increase in reactive oxygen species (ROS), causing cellular and metabolic damages. The aim of this work was to evaluate the activity of antioxidative enzymes and lipid peroxidation of early-dwarf cashew seedlings, clones CCP 06 and BRS 189, submitted to salt stress. The seeds were sown in plastics pots containing vermiculite moistened with either distilled water (control treatment) or NaCl solutions of 8 and 16 dS m⁻¹ (saline treatments), and kept in a greenhouse throughout the experimental period. On the 28th day after sowing, the seedlings were harvested for the determinations of the activities of superoxide dismutase (SOD), ascorbate peroxidase (APX), guaiacol peroxidase (GPX) and lipid peroxidation. The salinity stimulated the SOD activity in both clones analyzed, being this increment more pronounced in the major level of salt. The salt stress also stimulated APX and GPX activities, being this last the one that more contributes for scavenging of the H₂O₂ produced by the SOD activity. Under salt-stress, the lipid peroxidation was few affected by the salinity. This fact can be relationated with the efficiency of the antioxidatives enzymes activities of clones studied, that reduced the oxidatives damages caused by ROS.

Palavras-chave: Cajueiro anão-precoce, estresse oxidativo, salinidade.

¹ Mestranda, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias/UFC, Fortaleza. E-mail nlidi@yahoo.com.br

² Doutorando, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Centro de Ciências/UFC, Fortaleza. E-mail biojcalvarez@latinmail.com

³ Mestrando, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Centro de Ciências/UFC, Fortaleza. E-mail: bioelton12@yahoo.com.br

⁴ Professor, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Centro de Ciências/UFC, Fortaleza. E-mail jtprisco@superig.com.br

⁵ Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Setor de Fisiologia Vegetal, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail marlos@cnpat.embrapa.br

⁶ Professor, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Centro de Ciências/UFC, Fortaleza. E-mail egomesf@ufc.br

INTRODUÇÃO

O cultivo do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma importante atividade sócio-econômica do Nordeste Brasileiro, e a produtividade desta espécie pode ser reduzida quando cultivada em áreas sujeitas à salinização. Além dos efeitos sobre o estado hídrico e a homeostase iônica celular das plantas, o estresse salino pode originar também um estresse oxidativo secundário causado pela geração de espécies reativas de oxigênio (ROS) (Zhu, 2001). Para combater os danos causados pelas ROS, as plantas utilizam de sistemas antioxidativos enzimáticos e não enzimáticos (Mittler, 2002). Em decorrência disso, as plantas que possuem elevados níveis de antioxidantes são consideradas como as mais resistentes aos danos oxidativos (Parida *et al.*, 2004). O presente trabalho objetivou estudar a eficiência do sistema enzimático antioxidativo e a peroxidação dos lipídios em plântulas de cajueiro anão-precoce, clones CCP 06 e BRS 189, submetidas à salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

As castanhas dos clones CCP 06 e BRS 189 foram semeadas em potes plásticos contendo vermiculita umedecida com água destilada (controle) ou soluções de NaCl a 8 e 16 dS m⁻¹ de condutividade elétrica, sendo mantidos em casa de vegetação. Aos 28 dias após a semeadura, as plântulas foram coletadas, e suas folhas e raízes liofilizadas. Com esse material, foram determinadas as atividades das enzimas dismutase do superóxido (SOD), peroxidase do guaiacol (GPX), peroxidase do ascobarto (APX), bem como o teor de malondialdeído (MDA), para estimativa da peroxidação dos lipídios, essas análises foram feitas de acordo com os métodos de Beuchamp e Fridovich (1971), Urbanek *et al.* (1991), Nakano e Asada (1981) e Cakmak e Horst (1991), respectivamente. Determinou-se, também, o padrão eletroforético das isoenzimas da SOD de acordo com Orendi *et al.* (2001). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, obedecendo a um arranjo fatorial 2 x 3. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades das enzimas antioxidativas e os teores de MDA de folhas e raízes dos clones CCP 06 e BRS 189 foram afetados pela salinidade (Figura 1).

A peroxidação de lipídios foi pouco afetada pela salinidade, em folhas e raízes de ambos os clones, sendo observadas diferenças significativas apenas na dose de 16 dS m⁻¹ (Figura 1). Pequenas alterações nos teores de MDA, pela salinidade, também foram observadas por outros autores como consequência de uma maior atividade das enzimas antioxidativas (Parida *et al.*, 2004).

A atividade da SOD não foi alterada significativamente, pela salinidade, nas folhas dos dois

clones, enquanto nas raízes esta atividade foi aumentada na dose mais elevada de sal (Figura 1). O aumento da atividade da SOD é uma resposta à produção de ROS, provocada pela salinidade (Mittler, 2002).

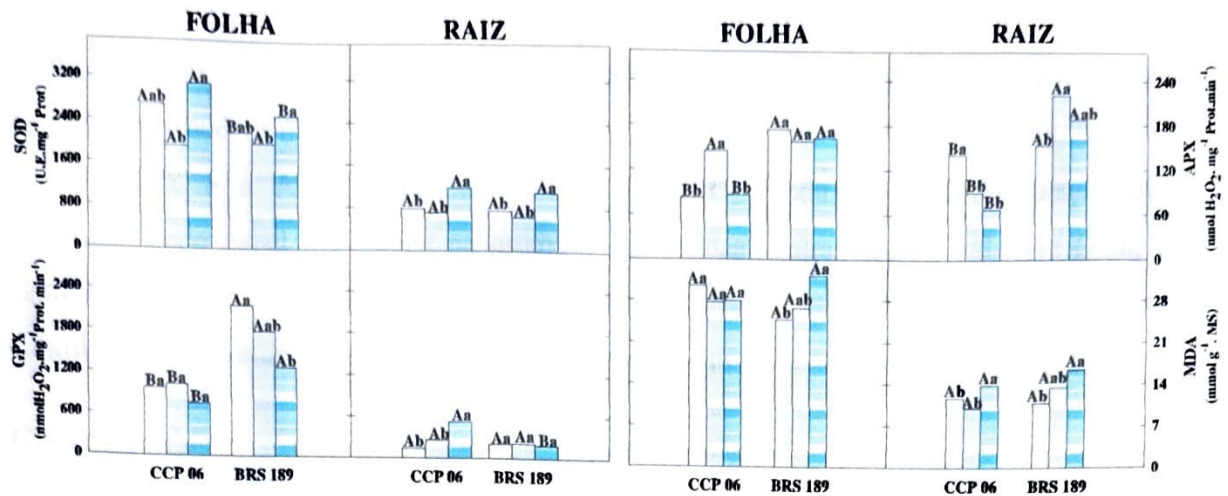


Figura 1 - Atividades das enzimas SOD, GPX e APX e teor de MDA em folhas e raízes dos clones de cajueiro anão-precoce CCP 06 e BRS 189, sob condições controle (□) e de estresse salino (NaCl) a 8 (□) e 16 (□) dS m⁻¹. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula e minúscula indicam, respectivamente, que não houve diferenças significativas entre os clones e os tratamentos a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A salinidade não alterou o número de bandas de isoenzimas foliares e radiculares da SOD nos dois clones, porém provocou pequenas alterações em suas intensidades (Figura 2). Nas folhas, foi identificado um padrão eletroforético mais complexo que o das raízes, constituído de cinco bandas, enquanto que o das raízes tinha duas bandas. Estes resultados foram concordantes com os observados por Parida *et al.* (2004), em *Bruguiera parviflora*, os quais apontam esses padrões eletroforéticos como típicos de isoformas da SOD.

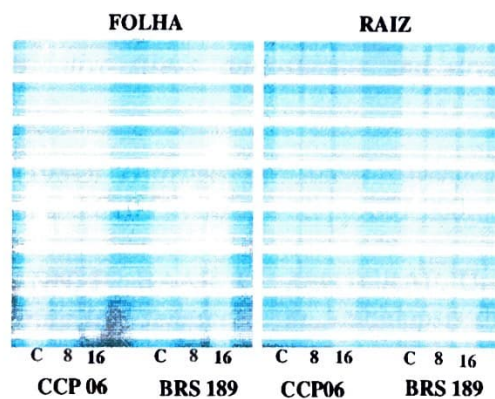


Figura 2 - Zimograma da dismutase do superóxido (SOD) de folhas e de raízes dos clones de cajueiro anão-precoce CCP 06 e BRS 189 submetidos aos tratamentos controle (água destilada) e salino (NaCl) a 8 e 16 dS m⁻¹ de C.E.

A atividade da GPX sofreu incremento significativo apenas nas raízes do clone CCP 06 e no maior nível de sal (Figura 1). Nas folhas, a atividade dessa enzima somente foi alterada no clone BRS 189 e apenas na dose mais elevada, com uma redução de 41,0% em relação ao controle. É interessante salientar que o clone BRS 189 foi o que apresentou maior atividade nesses tecidos.

Com relação à atividade da APX, nas folhas, foi observado incremento significativo apenas para o clone CCP 06, no tratamento a 8 dS m⁻¹ (Figura 1). Porém, apesar do clone BRS 189 não ter apresentado alterações significativas na atividade dessa enzima, pela salinidade, essa foi superior à do clone CCP 06, tanto no controle quanto no maior nível de sal. Nas raízes do clone BRS 189, foram observados incrementos na atividade da APX, enquanto no clone CCP 06 observou-se uma redução em atividade dessa enzima.

A GPX e a APX atuam na remoção do H₂O₂ produzido pela dismutação do O₂⁻, desempenhando papel importante na proteção das células contra esse radical livre (Zhu, 2001). Entre as duas peroxidases estudadas, os resultados mostraram que a enzima GPX foi a que mais contribuiu para a remoção do H₂O₂, pois foi a que apresentou maiores valores de atividade.

CONCLUSÕES

A salinidade não induziu elevados danos oxidativos nos clones de cajueiro anão-precoce estudados. O baixo nível de peroxidação lipídica observado pode ser atribuído, pelo menos em parte, à eficiência do sistema enzimático antioxidativo, o que pode ser considerada uma característica de tolerância desses clones, sob condições de estresse salino.

BIBLIOGRAFIA

- BEAUCHAMP, C.; FRICOVICH, I. (1971). "*Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels*". Analytical Biochemistry 44, pp. 276-287.
- CAKMAK, I.; HORST, W.J. (1991). "*Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase and peroxidases activities in root tips of soybean (Glicine max)*". Physiologia Plantarum 83, pp. 463-468.
- MITTLER, R. (2002). "*Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance*". Trends in Plant Science 7, pp. 405-410.
- NAKANO, Y.; ASADA, K. (1981). "*Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts*". Plant and Cell Physiology 22, pp. 867-880.
- ORENDI, G.; ZIMMERMANN, P.; BAAR, C.; ZENTGRAF, U. (2001). "*Loss of stress-induced expression of catalase 3 during leaf senescence in Arabidopsis thaliana is restricted to oxidative stress*". Plant Science 161, pp. 301-314.
- PARIDA, A.K.; DAS, A.B.; MOHANTY, P. (2004). "*Defense potential to NaCl in a mangrove, Bruguiera parviflora: Differential changes of isoforms of some antioxidative enzymes*". Journal of Plant Physiology 161, pp. 531-542.
- URBANEK, H.; KUZNIAK-GEBAROWSKA, E.; HERKA, K. (1991). "*Elicitation of defense responses in bean leaves by Botrytis cinerea polygalacturonase*". Acta Physiologia Plantarum 13, pp. 43-50.
- ZHU, J.K. (2001). "*Plant salt tolerance*". Trends in Plant Science 6, pp. 66-71.