

EFEITOS DA EPINEFRINA SOBRE O METABOLISMO ANTIOXIDANTE DE FOLHAS DE MILHO

Paula Mayara Gonçalves (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Karina Borba Paulino dos Santos (Coorientadora), Ana Flávia Gatto Raimundo, Samanta Shiraishi Kagueyama, Pedro Rigobeli Vanalli, Rogério Marchiosi, Rodrigo Polimeni Constantin (Orientador), e-mail: rpconstantin@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Maringá, PR.

Área: Ciências Biológicas. **Subárea:** Bioquímica, Metabolismo e Bioenergética.

Palavras-chave: Catecolaminas; Estresse oxidativo; Plantas.

RESUMO

Catecolaminas como dopamina, norepinefrina e epinefrina são aminas biogênicas encontradas em várias espécies, incluindo plantas. Neste estudo, investigaram-se os efeitos da epinefrina exógena (0–400 μ M), uma catecolamina associada ao sistema nervoso animal, no sistema antioxidante de folhas de milho (*Zea mays*) cultivado hidroponicamente. Concentrações de 50 e 100 μ M de epinefrina reduziram a atividade da enzima peroxidase (POD) em 24%. Não houve alterações significativas na atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD), ascorbato peroxidase (APx), glutathione redutase (GR) e catalase (CAT). Os níveis de espécies reativas de oxigênio (EROs) e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) também permaneceram inalterados. Esses resultados indicam que, apesar da redução na atividade de POD, não houve aumento do estresse oxidativo. A epinefrina pode influenciar a ação da POD em outras funções, mas estudos adicionais são necessários para compreender seus mecanismos de ação em plantas de milho.

INTRODUÇÃO

Catecolaminas como dopamina, norepinefrina e epinefrina são aminas biogênicas sintetizadas a partir de tirosina e presentes em várias espécies, incluindo plantas (Kulma, 2007). Evidências indicam que essas moléculas podem influenciar o desenvolvimento e metabolismo vegetal. Por exemplo, a aplicação de epinefrina em *Lemna paucicostata* induz a floração, inibindo agentes como íons amônio (Ives, 1982). A dopamina exógena estimula a biossíntese de etileno em *Beta vulgaris* e reduz o estresse oxidativo em soja (*Glycine max*) (Gomes *et al.*, 2014). Embora tais

estudos mostrem o impacto das catecolaminas na fisiologia vegetal, essa área ainda é pouco explorada. Este estudo analisa o efeito da epinefrina exógena nas enzimas antioxidantes, no conteúdo de Espécies Reativas de Oxigênio (EROs) e na peroxidação lipídica em folhas de milho (*Zea mays*).

MATERIAIS E MÉTODOS

Sementes de milho foram previamente sanitizadas com hipoclorito de sódio 2% (NaClO 2%) por 5 min e lavadas com água deionizada. Em seguida, as sementes foram distribuídas em vasos preenchidos homogeneamente com vermiculita:substrato casca de pinus (1:1 v/v). Os vasos foram mantidos em sala de cultivo a 25 °C com fotoperíodo de 12 h e irradiação de 300 μmol fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$. As mudas foram regadas periodicamente com água deionizada até a fase de emergência das folhas. A capacidade de campo foi mantida em 75-85%. Após a emergência das folhas, as plantas foram divididas em 5 grupos. O grupo controle foi irrigado com solução nutritiva comercial (MAXSOL MX-21 e NCA, Companhia Eletroquímica Jaraguá - Formiga, MG) enquanto os outros grupos foram irrigados com solução nutritiva comercial e epinefrina em diferentes concentrações (50, 100, 200 e 400 μM). O tratamento durou 16 dias. Após este período, foram mensurados espectrofotometricamente os conteúdos de TBARS, a fim de demonstrar o grau de peroxidação lipídica do tecido foliar, e EROs, bem como a atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD), ascorbato peroxidase (APx), glutathione redutase (GR), catalase (CAT) e peroxidase (POD) nos tecidos de folha de milho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tanto os conteúdos de EROs (Figura 1) e TBARS (Figura 2), como a atividade das enzimas SOD, APx, GR e CAT (Figura 3 A-D) permaneceram inalterados após o tratamento com epinefrina em relação ao grupo controle, indicando que nessas condições a epinefrina não induz o aumento do estresse oxidativo em folhas de milho. No entanto, a atividade da POD foi reduzida em 24% após o tratamento com epinefrina nas concentrações de 50 e 100 μM (Figura 3E). Tal resultado pode estar relacionado a capacidade antioxidante da epinefrina (Shimizu *et al.*, 2010), uma vez que a principal função das enzimas PODs está ligada a metabolização de EROs. No entanto, essa classe de enzimas também desempenha papel essencial em outras funções fisiológicas como a síntese e degradação de fitormônios, síntese e manutenção da parede celular e na defesa da planta contra patógenos e predação (Freitas *et al.*, 2024). Sendo assim, o efeito da epinefrina sobre a atividade da POD poderia se estender a outros processos metabólicos. No entanto, estudos mais

aprofundados são necessários para compreender o mecanismo de ação dessa catecolamina.

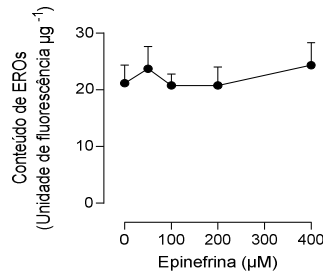


Figura 1 – Efeitos da epinefrina no conteúdo de espécies reativas de oxigênio (EROs) em folhas de plantas de milho. Os resultados foram expressos em unidade de fluorescência µg⁻¹ de peso fresco. Cada ponto de referência representa a média de 5 a 6 experimentos independentes e as barras são os erros padrão da média. *p < 0,05, ANOVA com o pós-teste de Dunnett.

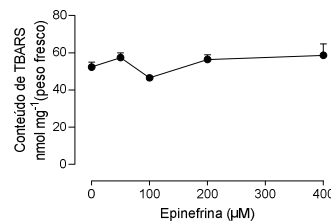


Figura 2 – Efeitos da epinefrina no conteúdo de TBARS em folhas de plantas de milho. Os resultados foram expressos em nmol mg⁻¹ de peso fresco. Cada ponto de referência representa a média de 9 a 11 experimentos independentes e as barras são os erros padrão da média. *p < 0,05, ANOVA com o pós-teste de Dunnett.

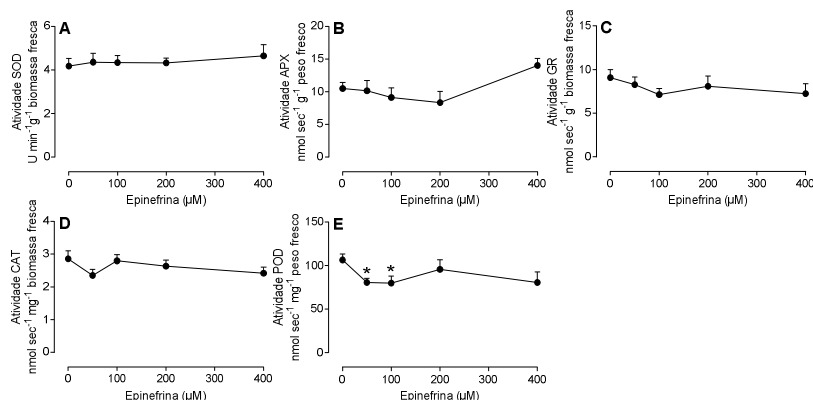


Figura 3 – Efeitos da epinefrina na atividade das enzimas superóxido dismutase, SOD (A), ascorbato peroxidase, APx (B), glutatona redutase, GR (C), catalase, CAT (D), peroxidase, POD (E) em folhas de plantas de milho. Os resultados foram expressos como nmol mg⁻¹ de peso fresco ou nmol g⁻¹ de

peso fresco, dependendo da enzima. Cada ponto representa a média de 4–15 experimentos independentes e as barras são os erros padrão da média. * $p < 0,05$, ANOVA com pós-teste de Dunnett.

CONCLUSÕES

O conjunto de dados obtidos indicam o efeito da epinefrina sobre a atividade enzimática de POD, uma classe de enzimas relacionada ao metabolismo oxidativo e diversas outras funções. Embora os resultados obtidos sejam promissores e deem uma visão inicial da ação da epinefrina em plantas de milho, mais estudos são necessários para entender as ações dessa catecolamina em plantas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq, Fundação Araucária e CAPES pelo suporte financeiro e fomento à Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

FREITAS, C. D. T. *et al.* Class III plant peroxidases: From classification to physiological functions. **International journal of biological macromolecules**, v. 263, n. 130306, p. 130306, 2024. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2024.130306

GOMES, B. R. *et al.* The effects of dopamine on antioxidant enzymes activities and reactive oxygen species levels in soybean roots. **Plant signaling & behavior**, v. 9, n. 12, p. e977704, 2014. doi: 10.4161/15592324.2014.977704

IVES, J. M.; POSNER, H. B. Epinephrine, Propranolol, and the Sucrose-Ammonium Inhibition of Flowering in *Lemna paucicostata* 6746. **Plant physiology**, v. 70, n. 1, p. 311–312, 1982. doi: 10.1104/pp.70.1.311

KULMA, A.; SZOPA, J. Catecholamines are active compounds in plants. **Plant science: an international journal of experimental plant biology**, v. 172, n. 3, p. 433–440, 2007. doi:10.1016/j.plantsci.2006.10.013

SHIMIZU, T. *et al.* Structure effect on antioxidant activity of catecholamines toward singlet oxygen and other reactive oxygen species in vitro. **Journal of clinical biochemistry and nutrition**, v. 47, n. 3, p. 181–190, 2010. doi: 10.3164/jcbrn.09-112