

## EFEITOS DA HISTAMINA SOBRE O CRESCIMENTO E O METABOLISMO ANTIOXIDANTE DE FOLHAS DE MILHO

Beatriz Benedette Pessoa (PIBIC/UEM), Ana Flávia Gatto Raimundo, Rodrigo Polimeni Constantin, Rogério Marchiosi (Orientador), e-mail: rmarchiosi@uem.br

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

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

**Palavras-chave:** Aminas biogênicas; Estresse oxidativo; Peroxidação lipídica

### RESUMO

A histamina é uma amina biogênica muito explorada no âmbito da fisiologia animal. Embora esteja presente no reino vegetal, poucos estudos têm sido conduzidos para investigar as ações da histamina em plantas. Este estudo investigou o efeito da histamina no crescimento do milho (*Zea mays*), na peroxidação lipídica e nas enzimas do sistema antioxidante. O tratamento com histamina estimulou o crescimento e o incremento de biomassa fresca e seca nas raízes e folhas. Também foram observados estímulos em todas as enzimas antioxidantes testadas, principalmente nas menores doses de histamina. Apesar do aumento nos níveis de espécies reativas de oxigênio (EROs) nas concentrações mais altas de histamina, não foi observada peroxidação lipídica e nem danos oxidativos nas folhas. Esses resultados apontam para a histamina como um potencial estimulador do crescimento e da atividade das enzimas do sistema oxidante, resultando em um efeito protetivo nas folhas de milho tratadas.

### INTRODUÇÃO

As aminas biogênicas, são compostos orgânicos nitrogenados produzidos por reações de descarboxilação de aminoácidos naturais (Schirone *et al.* 2022). Embora amplamente conhecidas por seus papéis na fisiologia animal, essas moléculas também estão presentes no reino vegetal (Akula *et al.* 2020). Em plantas, podem influenciar no crescimento e interagir com fitormônios (Cheng *et al.* 2020). A histamina pertence à classe das aminas biogênicas, e é naturalmente encontrada em várias espécies vegetais (Moret *et al.* 2005). No entanto, poucos estudos têm sido conduzidos para investigar as ações da histamina em plantas. O milho é uma

das mais importantes culturas de cereais do mundo, e a investigação de moléculas capazes de estimular o crescimento e desenvolvimento do milho são de grande interesse agrônômico. Assim, o presente trabalho teve como objetivo investigar os efeitos da histamina no crescimento e no metabolismo antioxidante do milho (*Zea mays*), uma cultura de grande importância agrícola e socioeconômica.

## MATERIAIS E MÉTODOS

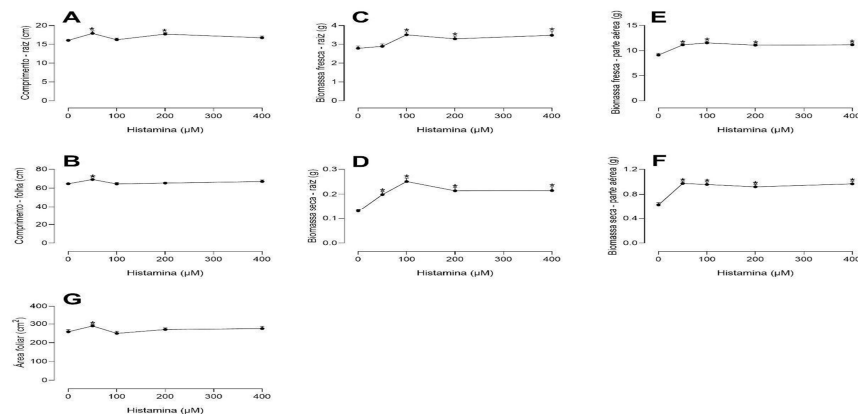
Sementes de milho foram desinfetadas com hipoclorito de sódio 2%, plantadas em vasos com vermiculita e substrato de casca de pinus, e mantidas a 25 °C com fotoperíodo de 12h/12h e 300  $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  por 22 dias. As plantas foram irrigadas com água deionizada a cada 48 h e, após a emergência foliar, divididas em cinco grupos: controle (solução nutritiva comercial) e quatro grupos tratados com solução nutritiva e histamina em concentrações de 50, 100, 200 e 400  $\mu\text{M}$ . Ao final do cultivo, foram medidos os comprimentos, as biomassas frescas e secas de raízes e folhas, além da área foliar, com ajuda de régua milimetrada e balança. O metabolismo antioxidante foi analisado pelos níveis EROs, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e pela atividade das enzimas antioxidantes nas folhas tratadas com histamina, através de um espectrofotômetro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

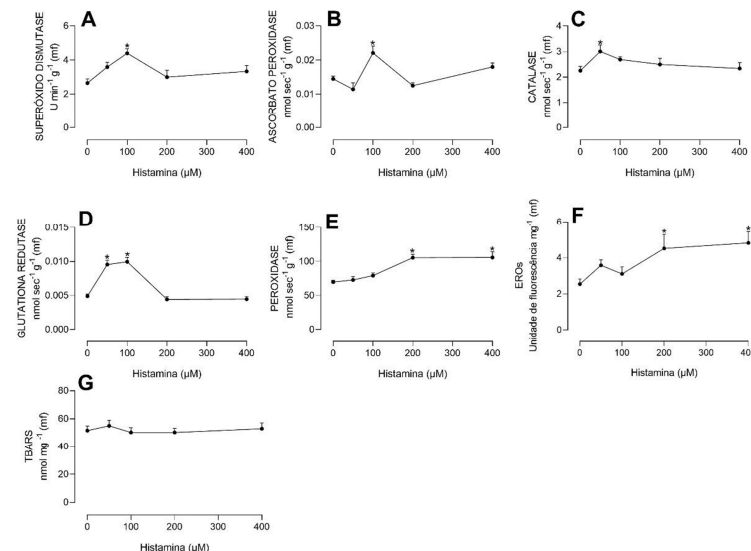
O tratamento com histamina estimulou o crescimento radicular em 50  $\mu\text{M}$  (11,4%) e 200  $\mu\text{M}$  (10,3%) (Figura 1A). Já em folhas, o aumento foi de 7,1% na concentração de 50  $\mu\text{M}$  (Figura 1B). Houve aumento nas biomassas fresca e seca das raízes, com estímulos máximos em 100  $\mu\text{M}$  (Figuras 1C e D). As biomassas fresca e seca da parte aérea seguiram um padrão semelhante (Figuras 1E e F). Os resultados obtidos apontam para o papel da histamina como um potencial estimulador do crescimento em plantas de milho.

Em folhas, foram observados estímulos em todas as enzimas testadas. A atividade da Superóxido dismutase (SOD) e Ascorbato peroxidase (APx) foi estimulada em 65,7% e 52,6%, respectivamente, na concentração de 100  $\mu\text{M}$  de histamina (Figuras 2 A e B). A catalase (CAT) teve aumento apenas em 50  $\mu\text{M}$ , de 33,2% (Figura 2 C). Já a Glutathiona redutase (GR) foi estimulada nos tratamentos de 50  $\mu\text{M}$  e 100  $\mu\text{M}$  em 94,3% e 102,7%, respectivamente (Figura 2 D). Por fim, a atividade da Peroxidase (POD) teve estímulos em 200  $\mu\text{M}$  (51,1%) e 400  $\mu\text{M}$  (51,6%) (Figura 2 E). Assim, os resultados obtidos mostraram que a histamina aumentou a atividade das enzimas do sistema antioxidante, desempenhando um papel protetivo nas

folhas. A histamina elevou os níveis de espécies reativas de oxigênio (EROs) em folhas, com aumentos de 78,6% em 200  $\mu\text{M}$  e 92,1% em 400  $\mu\text{M}$ , em relação ao controle (Figura 2F). Porém, o conteúdo de TBARS não foi afetado em nenhuma das concentrações testadas (Figura 2G), demonstrando que não houve peroxidação lipídica e nem danos oriundos do aumento de níveis de EROs.



**Figura 1.** Efeitos da histamina sobre os parâmetros biométricos de plantas de milho. (A) Comprimento radicular, (B) comprimento da parte aérea, (C) biomassa fresca da raiz, (D) biomassa seca da raiz, (E) biomassa fresca da parte aérea, (F) biomassa seca da parte aérea, e (G) área foliar. Cada ponto representa a média de 10–23 experimentos independentes e as barras representam os erros padrão da média. \* $P < 0,05$ , ANOVA com o pós-teste de Dunnett.



**Figura 2-** Efeitos da histamina sobre o metabolismo antioxidante das folhas de milho. Atividade da enzima superóxido dismutase, SOD (A), ascorbato peroxidase, APx (B), catalase, CAT (C), glutatona redutase, GR (D), peroxidase, POD (E), conteúdo de espécies reativas de oxigênio, EROs (F) e

conteúdos de TBARS (G). Cada ponto de referência representa a média de 5 a 13 experimentos independentes e as barras são os erros padrão da média. \* $p < 0,05$ , ANOVA com o pós-teste de Dunnett.

## CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a histamina estimula o crescimento do milho e aumenta a atividade das enzimas antioxidantes, sem causar peroxidação lipídica, sugerindo uma regulação eficaz dos mecanismos de defesa. Embora tenha havido aumento de conteúdo de EROs, não houve danos oxidativos aparentes às plantas. No entanto, são necessárias investigações adicionais para compreender plenamente o mecanismo de ação dessa molécula em plantas.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pelo suporte financeiro desse projeto.

## REFERÊNCIAS

AKULA, R.; MUKHERJEE, S. New insights on neurotransmitters signaling mechanisms in plants. **Plant Signaling & Behavior**, v. 15, n. 6, p. 1737450, 2020.

BUEGE, J. A.; AUST, S. D. Biomembranes - Part C: Biological Oxidations. **Methods in Enzymology**, v. 52, p. 302–310, 1978.

MORET, S.; SMELA, D., POPULIN, T.; CONTE, L. S. A survey on free biogenic amine content of fresh and preserved vegetables. **Food Chemistry**, v. 89, p.355–361, 2005.

SCHIRONE, M. et al. Biogenic Amines in Meat and Meat Products: A Review of the Science and Future Perspectives. **Foods**, v. 11, n. 6, p. 788, 2022.