

INFLUÊNCIA DA COMUNICAÇÃO ENTRE PLANTAS INDUZIDA POR MEJA NO SISTEMA ANTIOXIDANTE E MEMÓRIA DO ESTRESSE

**LUDMILLA BEZERRA DE ALMEIDA¹; DOUGLAS ANTÔNIO POSSO²; SIMONE
RIBEIRO LUCHO³; HELENA CHAVES TASCA⁴; NICOLAS XAVIER DE
CASTRO⁵; GUSTAVO MAIA SOUZA⁶**

¹*Universidade Federal de Pelotas, Laboratório de Cognição e Eletrofisiologia Vegetal (LACEV) –*
lulualmeida49@gmail.com

²*Universidade Federal de Pelotas, Laboratório de Cognição e Eletrofisiologia Vegetal (LACEV) –*
douglasposso@hotmail.com

³*Universidade Federal de Pelotas, Laboratório de Cognição e Eletrofisiologia Vegetal (LACEV) –*
simonebelmonte@gmail.com

⁴ *Universidade Federal de Pelotas, Laboratório de Cognição e Eletrofisiologia Vegetal (LACEV) –*
hctasca@gmail.com

⁵ *Universidade Federal de Pelotas, Laboratório de Cognição e Eletrofisiologia Vegetal (LACEV) –*
nicolascastr@hotmail.com

⁶ *Universidade Federal de Pelotas, Laboratório de Cognição e Eletrofisiologia Vegetal (LACEV) –*
gumaia.gms@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A comunicação biológica é definida como o envio de sinais por parte de um organismo emissor e a percepção deste por um organismo receptor (SCHENK & SEABLOOM 2010). Entre diferentes vias de comunicação, a comunicação por compostos orgânicos voláteis (VOCs) pode impactar na resposta da planta a determinados estímulos (CAPARROTA et. al., 2018), dentre eles situações estressantes. Estresse pode ser entendido numa perspectiva biológica como a resposta das plantas a mudanças ambientais contínuas ou intermitentes, que pode resultar em eustresse (estresse positivo que induz aclimatação) ou distresse (estresse negativo que gera danos). O resultado final depende da memória adquirida ao longo do processo, ou seja, da capacidade da planta de aprender e responder a estressores semelhantes no futuro (GALVIZ et. al., 2022). Tanto na comunicação como na ocorrência do estresse a planta pode guardar informações sobre a sinalização recebida ou sobre o estresse ocorrido para utilização destas quando necessário. Este processo de armazenamento e reprodução das informações é denominado de memória (CRISP et. al., 2016).

Na comunicação via VOCs, moléculas podem atuar como sinalizadoras promovendo a ativação de defesas da planta contra diversos tipos de estresses. Dentre elas o Metil Jasmonato (MeJA) é uma molécula elicitora bastante estudada na comunicação, pertencente a classe dos ácidos jasmônicos e tem ação bastante conhecida na tolerância a diversos tipos de estresses por meio do aumento da atividade de enzimas antioxidantes (TANG et. al., 2022). Entre os diversos fatores potencialmente estressantes para as plantas, o déficit hídrico apresenta diversos efeitos, como o aumento das espécies reativas de oxigênio, que causam danos às células, perturbam processos fisiológicos e bioquímicos essenciais, podendo, em último caso, levar a morte do indivíduo (HASANUZZAMAN et. al., 2013).

Partindo da premissa de que a comunicação pode gerar diferenças nas respostas da planta a diferentes condições ambientais, e que a memória também pode impactar nas respostas fisiológicas, o objetivo do trabalho foi verificar se a comunicação mediada pela aplicação de 100 µM de MeJA pode influenciar a atividade antioxidante de plantas que passaram por um e dois eventos de déficit hídrico, observando possíveis efeitos da comunicação na memória do estresse.



2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e a planta utilizada como modelo de estudo foi a soja (*Glycine max* L., cultivar TMG 2359). Após a germinação, as plantas foram colocadas em caixas de acrílico transparentes conectadas par-a-par, por um sistema de fluxo de ar utilizado para permitir a passagem do pool de VOCs de plantas emissoras para as plantas receptoras.

As plantas emissoras foram expostas a dois fatores, 1- aplicação de MeJA, e 2- suspensão da irrigação (uma ou duas suspensões), com seus respectivos controles (i.e. plantas sem aplicação de MeJA, e plantas totalmente irrigadas), totalizando 6 tratamentos. As plantas receptoras foram sujeitas a dois períodos de déficit hídrico, sendo expostas a diferentes pools de voláteis (induzidos ou não) de seus pares de plantas emissoras.

As plantas cresceram em potes de isopor de 300ml contendo 200 g de substrato, regadas uma ou duas vezes por dia de acordo com a umidade do solo e o respectivo regime hídrico. Cada tratamento teve 3 repetições e contou com 4 plantas (unidades experimentais) dentro das caixas para análises de crescimento vegetal, em um delineamento fatorial inteiramente casualizado.

As plantas emissoras cresceram por cerca de 20 dias (V2) até receberem a aplicação de MeJA na concentração de 100 µM (adicionado de Tween 80% - 0,01% v/v) utilizando um aerógrafo, e foi aplicado 250 µl por planta, distribuídos uniformemente no primeiro trifólio na parte adaxial da folha. No mesmo dia que receberam a molécula, houve a suspensão da irrigação nas plantas dos tratamentos com déficit hídrico (emissoras e receptoras). Ao final do experimento, 3º dia do segundo déficit hídrico, as plantas receptoras foram coletadas para análises bioquímicas. Foram utilizadas as folhas para a quantificação do conteúdo de peróxido e MDA (VELIKOVA et al., (2000), a atividade das enzimas Superóxido dismutase (SOD) (GIANNOPOLITIS & RIES, 1977), Catalase (CAT) (NETO et. al., 2006) e Ascorbato Peroxidase (APX) (NAKANO & ASADA, 1981). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade por Shapiro wilk e Anova Two Way com pós-hoc de Tukey com $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1A, os níveis de peróxido dos tratamentos em plantas receptoras apresentaram diferenças quanto às distintas exposições ao déficit hídrico. As plantas receptoras expostas aos VOCs de plantas emissoras que não receberam aplicação de MeJA (grupo Mock) apresentaram maiores valores sob um e dois déficits hídricos, enquanto que nas plantas receptoras expostas aos VOCs de plantas emissoras tratadas com MeJA os maiores valores foram observados nas plantas irrigadas.

Na peroxidase não houve diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 1B). Em relação aos valores de SOD (Figura 1C), apenas as plantas receptoras expostas aos VOCs das emissoras tratadas com MeJA apresentaram diferenças significativas entre os diferentes tratamentos de déficit hídrico, com maiores valores observados nas plantas irrigadas. Nas plantas irrigadas, aquelas expostas aos VOCs das emissoras tratadas com MeJA mostraram os valores de SOD mais altos (Figura 1C). Não houve diferenças significativas na quantificação de Catalase (Figura 1E).

Quando se observa os níveis de peróxido em relação as diferentes exposições ao déficit hídrico, há o aumento nos grupos Mock sob um déficit hídrico e a redução no segundo déficit. No grupo MeJA ocorreu o contrário, os valores de peróxido são maiores sob irrigação e menores sob déficit hídrico. Essas alterações geradas entre os déficits hídricos no peróxido nos diferentes tratamentos mostram a influência da comunicação na formação da memória do estresse. Sob estresse por déficit hídrico normalmente há o aumento da quantidade de peróxido e peroxidação lipídica, estimulando maior atividade das enzimas do sistema antioxidante (ELSAYED et. al., 2019). No estudo realizado, se observa que a atividade da SOD pode estar relacionada ao aumento de peróxido nos tratamentos irrigados, enquanto nas plantas sob déficit hídrico há um padrão similar entre as quantidades de peróxido e as atividades das enzimas APX e CAT. Apesar de APX e CAT não terem apresentado diferenças entre os tratamentos, o padrão observado nos gráficos sugere que o aumento da quantidade de peróxido influenciou nas atividades das enzimas APX e CAT.

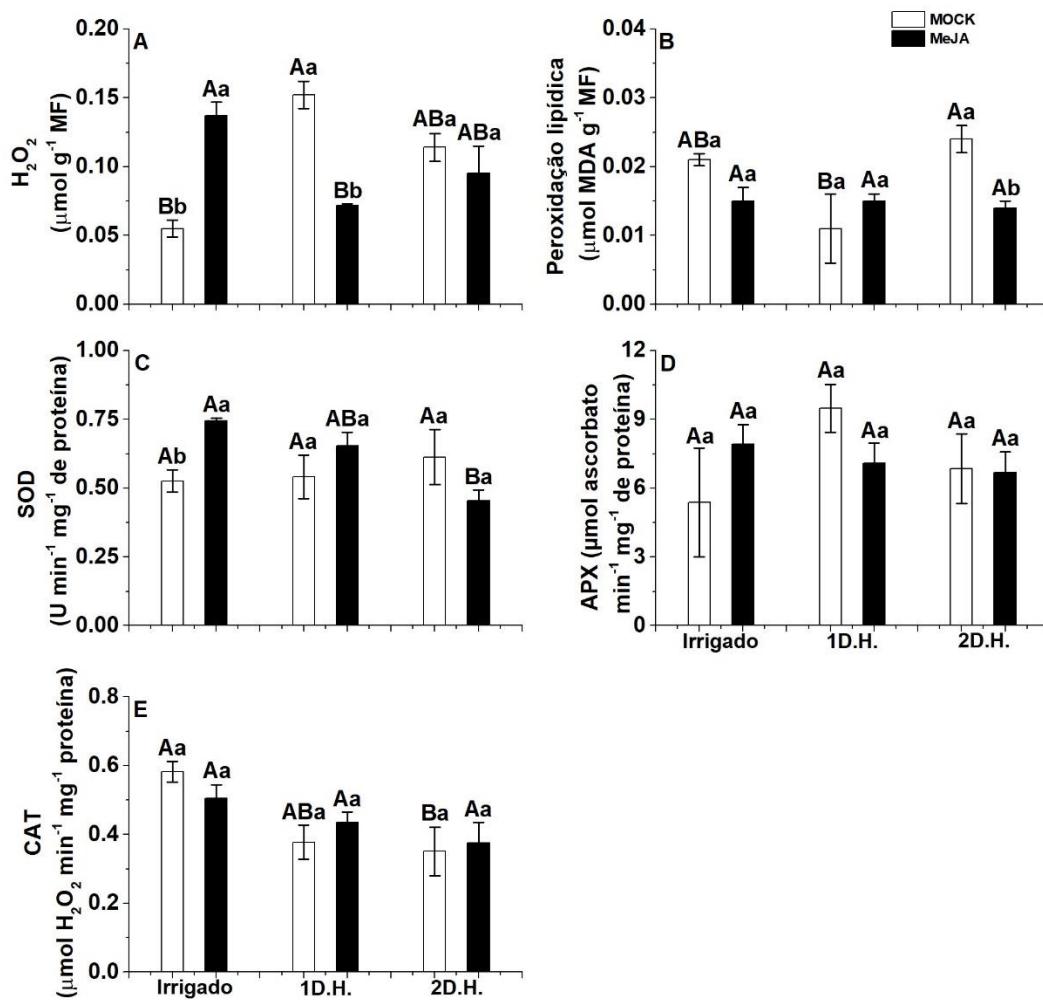


Figura 1. Quantificação de peróxido (A) e Peroxidação (B), Superóxido dismutase (C), Ascorbato peroxidase (D) e Catalase (E) em plantas receptoras de VOCs de plantas irrigadas (irrigado), um déficit hídrico (1D.H.) e dois déficits hídricos (2D.H.). Letras maiúsculas diferentes indicam significância entre o mesmo grupo em níveis de déficit hídrico diferentes. Letras minúsculas diferentes

indicam significância entre diferentes tratamentos sob mesmo nível de déficit hídrico. n = 3. Anova Two-way com pós-hoc Tukey ($p < 0,05$).

4. CONCLUSÕES

Através dos dados apresentados, pode-se perceber indícios de comunicação e da interferência desta na memória à recorrência do déficit hídrico, principalmente nas concentrações de peróxido.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAPARROTA, S.; BONI, S.; TAITI, C.; PALM, E.; MANCUSO, S.; PANDOLFI, C. Induction of priming by salt stress in neighboring plants. **Environmental and Experimental Botany**. Vol. 147, p. 261-270. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.12.017>
- CRISP, P. A. et al. Reconsidering plant memory: Intersections between stress recovery, RNA turnover, and epigenetics. **Sci. Adv.** 2, e150 1340 (2016). DOI:10.1126/sciadv.1501340
- ELSAYED, A.I.; EL-HAMAHMY, M.A.M.; RAFUDEEN, M.S.; MOHAMED, A.H.; OMAR, A. A. The Impact of Drought Stress on Antioxidant Responses and Accumulation of Flavonolignans in Milk Thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn). **Plants** 2019, 8, 611. <https://doi.org/10.3390/plants8120611>
- GALVIZ, Y.; SOUZA, G. M.; LÜTTGE, U. The biological concept of stress revisited: relations of stress and memory of plants as a matter of space–time. **Theor. Exp. Plant Physiol.** 34, 239–264 (2022). <https://doi.org/10.1007/s40626-022-00245-1>
- GIANNOPOLITIS, C.N.; RIES, S.K., 1977. Superoxide dismutases. I. Occurrence in higher plants. **Plant Physiology** 59, 309–314
- HASANUZZAMAN, M., NAHAR, K., GILL, S. S., & FUJITA, M. (2013). Drought Stress Responses in Plants, Oxidative Stress, and Antioxidant Defense. Climate Change and Plant Abiotic Stress Tolerance, 209–250. doi:10.1002/9783527675265.ch09
- NAKANO, Y., ASADA, K., 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidases in spinach chloroplasts. **Plant and Cell Physiology**. 22, 867–880.
- SCHENK, H. J.; SEABLOOM, E. W. Evolutionary Ecology of Plant Signals and Toxins: A Conceptual Framework. Em: BALUŠKA, F.; NINKOVIC, V. (Eds.). **Plant Communication from an Ecological Perspective**. Signaling and Communication in Plants. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 1–19.
- TANG, S.; ZHAO, Y.; RAN, X.; GUO, H.; YIN, T.; SHEN, Y.; LIU, W.; DING, Y. Exogenous Application of Methyl Jasmonate at the Booting Stage Improves Rice's Heat Tolerance by Enhancing Antioxidant and Photosynthetic Activities. **Agronomy**. 2022, 12, 1573. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071573>
- VELIKOVA V.; YORDANOV, I.; EDREVA, A. (2000) Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. Protective role of exogenous polyamines. **Plant Science** 151:59–66.