

EFEITO DO *PRIMING* SOBRE O PERfil DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS EMITIDOS POR PLANTAS DE SOJA

LUDMILLA BEZERRA DE ALMEIDA¹, SIMONE RIBEIRO LUCHO², LYANA PINTO RAMOS³, LUÍS FELIPE BASSO⁴, JOÃO GABRIEL MOREIRA DE SOUZA⁵; GUSTAVO MAIA SOUZA⁶

¹*Universidade Federal de Pelotas – lulualmeida49@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – simonibelmonte@gmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – lyapintos@gmail.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – felipestrapazon2409@gmail.com*

⁵*Universidade Federal de Pelotas - joaomoreirasouza99@gmail.com*

⁶*Universidade Federal de Pelotas - gumaia.gms@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

As plantas são seres que apresentam comportamentos altamente cognitivos e, portanto, exibem “capacidade” para perceber, escolher e responder a diferentes estímulos (LEE, 2023). Além disso, estas também podem guardar informações obtidas na resposta a diversos estímulos reutilizando sempre que necessário, comportamento definido como memória (GALVIZ et. al., 2020). Esta é adquirida através do *priming*, que diz respeito as mudanças a nível fisiológico, transcripcional, metabólico e/ou epigenético das plantas exibidos a partir de um dado estímulo (MAUCH-MANI, 2017).

Os estímulos percebidos podem variar desde diferenças de luminosidade, umidade e temperatura a percepção de substâncias produzidas e emitidas por outros organismos. Uma das formas de envio e percepção dos sinais existente nas plantas é por meio da produção e liberação de compostos de baixo peso molecular do metabolismo especializado, os compostos orgânicos voláteis (VOCs).

O perfil de VOCs pode atuar como um sinalizador do estado fisiológico da planta emissora e estimular a produção de compostos do metabolismo especializado em plantas perceptoras e atrair parasitas potenciais de herbívoros sobre possíveis ameaças (BOUWMEESTER et. al., 2019; SPINELLI et. al., 2011).

CAPARROTA e colaboradores (2018) demonstraram que a imposição de condição salina pode influenciar na emissão destes compostos de forma a mudar a percepção de plantas vizinhas expostas a estes voláteis. Levando em consideração que 1 - as plantas podem exibir respostas fisiológicas diferentes, frente a novos estímulos percebidos com base em experiências anteriores, e que 2 - a alteração do estado fisiológico de uma planta pode mudar o perfil volátil emitido por ela, seria possível que a formação de memória em uma planta poderia afetar seu perfil volátil quando submetida a diferentes ocorrências de determinado estímulo?

Para responder esta pergunta, o objetivo deste trabalho foi fazer uma análise exploratória do pool de VOCS emitidos por plantas de soja quando submetidas ao déficit hídrico (1 ou 2 vezes).

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 com

fim de aclimatá-las a nova condição. As plantas foram expostas a um fator suspensão de irrigação (uma ou duas suspensões), com seu respectivo controle (i.e. plantas totalmente irrigadas), totalizando 3 tratamentos.

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 contou com 6 plantas (unidades experimentais) dentro das caixas para análises de crescimento vegetal, em um delineamento fatorial inteiramente casualizado.

Quando alcançaram 20 dias (V2) houve a suspensão da irrigação nas plantas do tratamento submetido a dois déficits hídricos, que seguiu por três dias, seguido por mais três dias de reidratação. Com seis dias após as plantas alcançarem o estágio V2 se iniciou mais um período de déficit hídrico, o segundo déficit no tratamento que passou por dois déficits e o primeiro no tratamento submetido a um déficit hídrico.

A coleta dos VOCs ocorreu no segundo dia do período de restrição hídrica em que os dois tratamentos foram submetidos ao mesmo tempo. Os VOCs emitidos foram coletados por microextração em fase sólida (SPME) usando uma fibra de Divinilbenzeno/Carboxeno/Polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS). O SPME foi inserido diretamente na parte superior das caixas de acrílico seladas. Após 120 min de exposição, a fibra foi recolhida e inserida no injetor do cromatógrafo. O cromatógrafo gasoso Shimadzu QP 2010 Ultra equipado com um detector de espectrometria de massas (GC-MS) foi usado para a análise de compostos voláteis adsorvidos na fibra SPME. A coluna usada foi Rxi-1MS (30 m x 0,32 mm x 0,25 µm). O fluxo de gás hélio foi de 1,77 mL min⁻¹. O injetor foi operado no modo splitless ajustado para 260 °C. A fibra permaneceu no injetor por 15 min. A temperatura da coluna foi mantida a 40 °C por 5 min e aumentada para 200 °C a 4 °C/min por 10 min, para um tempo total de execução de 55 min. As condições do MS foram as seguintes: temperatura da fonte: 200 °C; temperatura da linha de transferência: 290 °C; tensão de impacto de elétrons 70 eV. Os espectros de massa foram obtidos no modo SCAN, e os dados foram processados pelo software GC/MS Postrun Analysis (SHIMADZU, JAPÃO). Os compostos foram identificados utilizando a biblioteca NIST-05 (National Institute of Standards and Technology), considerando similaridades maiores que 80% e comparando-os com dados de espectros de massa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil dos VOCs emitidos por plantas controle, sob um e dois déficits hídricos são apresentados na Tabela 1. É possível perceber a liberação de dois voláteis em maior quantidade no tratamento sob um déficit hídrico, Butano-2-metil e Fenol. Ocorreu também a ausência do benzaldeído-2-hidroxi e 2,4,6,cicloheptatri-1-eno no tratamento controle, butirolactona, benzaldeído e 1-hexanol-2-etyl sob um déficit hídrico e 1-hexanol-2-etyl, fenol, benzaldeído-2-hidroxi e 2,4,6,cicloheptatri-1-eno sob dois déficits hídricos.

Essa mudança na alteração do padrão de voláteis emitidos pelas plantas em diferentes condições hídricas reflete respostas fisiológicas distintas, uma vez que a liberação dos voláteis pode se dar de forma constitutiva nas plantas, de forma que, a modificação na quantidade e qualidade destes compostos pode representar uma mudança de seu estado fisiológico (SPINELLI et. al., 2011).

Partindo desta ideia, as diferenças observadas na liberação dos voláteis dos tratamentos submetidos a um e dois déficits indicam mudanças fisiológicas

diferentes frente a um novo estímulo conhecido (sob dois déficits) e desconhecido (sob um déficit) gerando *Priming*, sugerindo um comportamento de memória no tratamento sob dois déficits.

A presença de benzaldeído no controle e sob dois déficits indica o envolvimento do metabolismo especializado na rota de síntese de salicilatos, uma vez que, este composto é o precursor do ácido salicílico (BITTNER et. al., 2022).

Tabela 1: Compostos orgânicos voláteis detectados em plantas de soja submetidas a diferentes regimes hídricos: Irrigadas, 1 ou 2 eventos de déficit hídrico). As amostras foram avaliadas a partir da extração *in loco* com a fibra SPME.

Compostos	Irrigada	1 evento	2 eventos
	(controle)	Déficit hídrico	Déficits hídricos
Butano-2-metil	3.900	36.000	2.400
N-hexano	5.400	3.900	15.000
Tolueno	7.200	7.400	11.000
Estireno	9.200	6.800	8.600
Butirolactona	2.800	–	2.700
Benzaldeído	1.400	–	1.400
1-Hexanol	2.300	–	–
Fenol	2.000	20.000	–
Benzaldeído-2-hidroxi	–	980	–
2,4,6-ciclopenta-1-ona	–	1.700	–

(-) não detectado.

4. CONCLUSÕES

Por meio dos dados apresentados é possível ver que a imposição de *priming* em plantas de soja altera o pool de VOCs emitidos, alterando assim, a mensagem percebida. Futuros trabalhos irão verificar se esta alteração causada pelo *priming* pode gerar mudanças fisiológicas em plantas vizinhas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITTNER, A.; CIESLA, A.; GRUDEN, K.; TJASA, L.; MAHMUD, S.; TEIGE, M.; VOTHKNECHT, U.; WURZINGER, B. Organelles and phytohormones: a network of interactions in plant stress responses, *Journal of Experimental Botany*, Volume 73, Issue 21, 19 November 2022, Pages 7165–7181, <https://doi.org/10.1093/jxb/erac384>

BOUWMEESTER, Harro; SCHUURINK, Robert C.; BLEEKER, Petra. M.; SCHIESTL, Florian. The role of volatiles in plant communication. *The plant journal*. Vol. 100, p. 892–907. 2019. DOI: 10.1111/tpj.14496. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tpj.14496>

CAPARROTTA, Stefania; BONI, Sara; TAITI, Cosimo; et al. Induction of priming by salt stress in neighboring plants. *Environmental and Experimental Botany*, v.147, p.261–270, 2018

GALVIZ, Y. C. F., RIBEIRO, R. V.; Souza, G.M. Yes, plants do have memory. *Theor. Exp. Plant Physiol.* 32, 195–202 (2020). <https://doi.org/10.1007/s40626-020-00181-y>

MAUCH-MANI, B.; BACCELLI, I.; LUNA, E.; FLORS, V. Defense Priming: An Adaptive Part of Induced Resistance. *Annual Review of Plant Biology*. Vol. 68:485-512. 17 de abril de 2017. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042916-041132>.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library v2014 US Secretary of Commerce, Gaithersburg, Maryland, USA (2014)

SPINELLI, Francesco; CELLINI, Antonio; MARCHETTI, Livia; NAGESH, Karthik; PIOVENE, Chiara. "Emission and Function of Volatile Organic Compounds in Response to Abiotic Stress." *Abiotic Stress in Plants - Mechanisms and Adaptations.* 2011. DOI:10.5772/24155. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/18410>