

COMUNICAÇÃO DE ESTRESSE HÍDRICO ENTRE PLANTAS MEDIADO POR *Cuscuta sp.*

ANDRÉ GEREMIA PARISE¹; RICARDO PADILHA DE OLIVEIRA²; GUSTAVO MAIA
SOUZA³

¹Laboratório de Cognição e Eletrofisiologia Vegetal (LACEV), Departamento de Botânica,
Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas – andregparise@gmail.com

²Laboratório de Cognição e Eletrofisiologia Vegetal (LACEV), Departamento de Botânica,
Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas – ricardo.padilha69@gmail.com

³Laboratório de Cognição e Eletrofisiologia Vegetal (LACEV), Departamento de Botânica,
Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas – gumaia.gms@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As plantas holoparasitas (Convolvulaceae: *Cuscuta* spp.) conhecidas como cipó-chumbo e ocorrem em todo o mundo em regiões tropicais e subtropicais. Essas plantas podem ser encontradas em todos os continentes, exceto nos polos. (Birschwilks et al. 2006). Embora algumas espécies tenham retido a capacidade de sintetizar clorofila, a maioria de sua assimilação de carbono é proveniente de seus hospedeiros (BIRSCHWILKS et al., 2006; KIM; WESTWOOD, 2015).

O parasitismo ocorre quando a *Cuscuta* germina e as suas mudas executam movimentos circundantes para encontrar seus potenciais hospedeiros. A localização dos hospedeiros ocorre via percepção das substâncias voláteis que emitem (RUNYON et al. 2006). Uma vez em contato com o caule hospedeiro, *Cuscuta* cultiva uma estrutura especializada chamada haustório, que penetra o caule do hospedeiro com outra estrutura feita de células indiferenciadas, denominada hifa de busca. Quando crescem, estabelecem conexões com o citoplasma do hospedeiro criando novos plasmodesmos até atingir os feixes vasculares e assim fazendo uma diferenciação celular onde as hifas que encontraram as células do floema se diferenciarão em hifas de floemáticas, e as que alcançam as células do xilema se diferenciarão nas hifas xílicas (VAUGHN, 2006).

Ao final do processo a *Cuscuta* terá um contato direto com o xilema do hospedeiro, captando seiva, água e os nutrientes que necessita para sobreviver. No floema, o processo acontece da mesma forma: as hifas se diferenciam, adquirindo características semelhantes ao floema (VAUGHN, 2006). Na conexão das células das hifas da parasita com as células do floema do hospedeiro, as membranas de ambos os organismos irão se fundir, uma vez que já foi demonstrado que existe um fluxo simplástico de diferentes substâncias como açúcares, xenobióticos, corantes fluorescentes e vírus (BIRSCHWILKS et al., 2006). Os tecidos vasculares do hospedeiro e da parasita formam um contínuo, uma vez que há um fluxo direto de seiva de uma planta para outra. Também já foi demonstrado que as hospedeiras de *Cuscuta* podem compartilhar muitas substâncias entre elas (HAUPT et al. 2001; RONEY et al. 2006; KIM et al. 2014). O parasitismo de *Cuscuta* pode causar impactos significativos em algumas culturas assim reduzindo a produção e a produtividade destas em muitas regiões do mundo, sendo uma fonte não desprezível de perdas agrícolas (BIRSCHWILKS et al., 2006).

A relação das parasitas com seus hospedeiros têm sido vista como negativa até agora, devido às perdas óbvias do hospedeiro. Mas, contrariamente

a essa suposição, foi recentemente demonstrado que essa interação pode ter seus benefícios. (HETTENHAUSEN et al. 2017) demonstraram que plantas conectadas por *Cuscuta* podem trocar sinais induzidos por herbivoria, aumentando assim a resistência de plantas que ainda não foram atacadas por algum herbívoro. Plantas sequencialmente conectadas por *Cuscuta* poderiam transmitir esses sinais de uma planta para outra por mais de um metro de distância com os sinais viajando a uma velocidade de até 1 cm min^{-1} , e assim induzindo a transcrição de genes relacionados à defesa. Além disso, até mesmo diferentes espécies conectadas por *Cuscuta* trocam essas informações, sugerindo que seja um mecanismo conservado no reino vegetal (HETTENHAUSEN et al. 2017). Os autores argumentam que seria benéfico para a *Cuscuta* fazer esse serviço de “entrega de mensagens” porque pode aumentar o tempo de sobrevivência dos hospedeiros em que a parasita está se aglomerando, e assim tornar o parasitismo mais duradouro.

Até onde sabemos, nenhum estudo avaliando a comunicação de estresses abióticos foi realizado até o momento. Assim, temos a hipótese de que as plantas que sofrem com o estresse hídrico também podem comunicar sua condição a outras plantas por meio da *Cuscuta*, levando à alterações fisiológicas nas plantas que receberam os sinais de estresse.

2. METODOLOGIA

Conjuntos experimentais ($n = 10$) foram montados com três plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* cv. Expedito), duas delas ligadas por uma (*Cuscuta* sp.) e uma sem conexão como controle. Para simular o estresse hídrico, uma solução de polietileno-glicol (PEG) a -2 MPa foi aplicada às raízes de uma das plantas de feijão, e todo o conjunto foi monitorado durante 2,5 h (meia hora antes e 2 horas após a aplicação do PEG). Com uma câmera termográfica por infravermelho foi acompanhada as temperaturas das plantas. Com um porômetro de folhas foi medida a condutância estomática um pouco antes e duas horas após a aplicação do PEG. Todos os ensaios foram realizados no período da manhã (8:30-11:00) em laboratório.

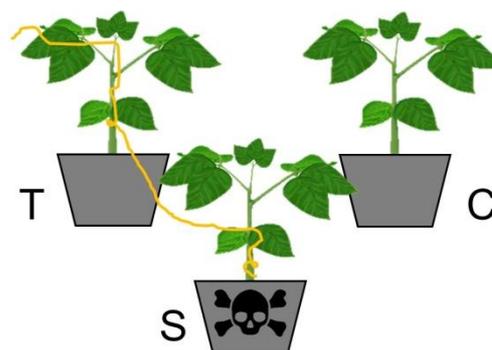


Figura 1: Representação esquemática de um conjunto experimental. **S:** planta emissora, que recebe o estímulo estressante. **T:** planta-alvo, que está conectada pela *Cuscuta* com a planta **S** e, presumivelmente, recebe os sinais de estresse. **C:** planta de controle.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os valores de condutância estomática obtidos, foi calculado o índice de variação normalizado. Após a aplicação do PEG, o índice das plantas que se comunicam com as *Cuscuta* foi menor (-0,033) nas plantas alvo **B**, do que as plantas de controle **A** (+0,060) (Figura 2). Sugerindo que as plantas alvo estariam com maior fechamento estomático que as plantas controle. O teste de Tuckey confirmou essa diferença ($p < 0,05$). A temperatura das folhas de cada planta foi medida com a câmera termográfica e com o programa FLIR Tools © (FLIR® Systems, Inc.). Não foi encontrada diferença significativa nas temperaturas das plantas de controle e alvo, embora houvesse uma tendência nas plantas alvo de serem mais quentes que as controle (Figura 3).

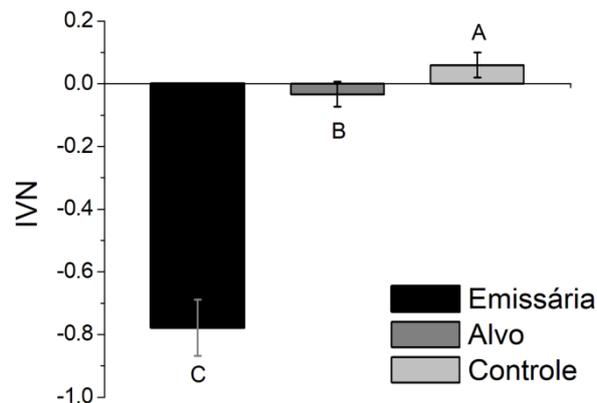


Figura 2: Gráfico do índice de variância normalizado para a condutância estomática com desvios padrão ($n = 10$). **Barra preta:** planta emissora. **Barra cinza escura:** planta alvo. **Barra cinza clara:** planta de controle. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas.

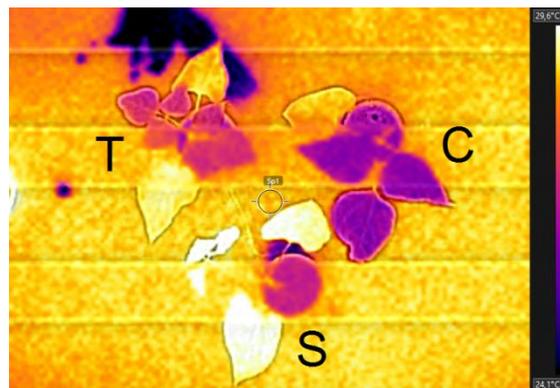


Figura 3: Uma fotografia termográfica de um conjunto experimental. Observe que a planta emissora sob tensão (**S**) tem uma temperatura mais alta que a planta alvo (**T**), e a planta controle (**C**) é a mais fria entre elas. Provavelmente, isso está relacionado à variação da condutância estomática, embora o conjunto de dados termográficos não tenha mostrado diferenças estatísticas relevantes entre as plantas **T** e **C**.

4. CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que a condutância estomática de plantas que comunicam com a *Cuscuta* tendem a diminuir, enquanto a condutância das plantas de controle, mostraram uma tendência de aumento, talvez seguindo uma dinâmica circadiana natural desde que os experimentos foram realizados pela manhã. Os resultados sugerem uma antecipação ao estresse devido à comunicação mediada pelas plantas conectadas pela parasita, gerando assim mudanças fisiológicas e comportamentais, talvez se preparando para um estresse futuro. Seria interessante investigar a natureza dessa comunicação, pois muitos caminhos, como químicos, hidráulicos e elétricos, podem estar envolvidos e ainda deverão ser explorados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIRSCHWILKS, M.; HAUPT, S.; HOFIUS, D.; NEUMANN, S. Transfer of phloem-mobile substances from the host plants to the holoparasite *Cuscuta* sp. **Journal of experimental botany**, v.57, n. 4, p.911-921, 2006.

HETTENHAUSEN, C.; LI, J.; ZHUANG, H.; SUN, H.; XU, Y.; QI, J; ZHANG, J.; LEI, Y.; QIN, Y; SUN, G.; WANG, L.; BALDWIN, I.T.; WU, J. Stem parasitic plant *Cuscuta australis* (dodder) transfers herbivory-induced signals among plants. **Proceedings of the Nacional Academy of Sciences**, v.114, n.32, p. E6703-E6709, 2017.

HAUPT S, OPARKA KJ, SAUER N, NEUMANN S. Macromolecular traffic between *Nicotiana tabacum* and holoparasitic *Cuscuta reflexa*. **J Exp Bot** 52: 173-177. doi: 10.1093 / jxb / 52.354.173, 2001

JESCHKE, W.D.; RÄTH, N.; BÄUMEL, P.; CZYGAN, F.-C.; PROKSCH, P. **Journal of experimental botany**, v.45, n.275, p.791-800, 1994.

KIM, G.; WESTWOOD, J.H. Macromolecule exchange in *Cuscuta*-host plant interactions. **Current opinion in plant biology**, v.26, p.20-25, 2015.

Kim G, LeBlanc ML, Wafula EK, e outros (2014)

LITTLEFIELD, N.A.; PATTEE, H.E; ALLRED, K.R. Movement of sugars in the alfafa-dodder association. **Weeds**, v.14, n.1, p.52-54, 1966.

RUNYON JB, MESCHER MC, MORAES CM 2006 Volcan Chemical Cues Guide Host

Host Location and Selection by parasitic plants. **Science** (80-) 313: 1964-1967.

doi: 10.1126 / science.1131371, 2006

Roney JK, PA de Khatibi, Westwood JH (2006)

VAUGHN, K.C. Conversion of the searching hyphae of dodder into xyletic and phloic hyphae: a cytochemical and immunocytochemical investigation. **International Journal of Plant Sciences**, v.167, n.6, p.1099-1114, 2006.