

CARACTERIZAÇÃO ELETROFISIOLÓGICA DE UMA PLANTA PARASITA: RESULTADOS PRELIMINARES

ANDRÉ GEREMIA PARISE¹; LUIS FELIPE BASSO²; GABRIELA NIEMEYER
REISSIG³; GUSTAVO MAIA SOUZA⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – andregparise@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – felipestrapazon2409@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – gabriela.niemeyer.reissig@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – gumaia.gms@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Cuscutas (Convolvulaceae: *Cuscuta* spp.) são plantas parasitas que dependem inteiramente de seus hospedeiros para sobreviver. Para isso, desenvolveram evolutivamente mecanismos sofisticados de percepção do ambiente para encontrar, alcançar e parasitar seus hospedeiros (KELLY, 1990, 1992; MESCHER; SMITH; DE MORAES 2009).

Acredita-se que esses mecanismos de percepção precisam, primeiramente, de uma codificação de sinais químicos e bioelétricos que serão distribuídos por todo o corpo vegetal para que a coordenação da resposta aos estímulos recebidos tenha início (DEBONO; SOUZA, 2019). Nesse contexto, a totalidade da atividade bioelétrica de uma planta ou parte dela ao longo do tempo é denominada eletroma (DE TOLEDO et al., 2019).

As cuscutas são um grande problema para agricultura e são consideradas umas das maiores pragas agrícolas no mundo inteiro (PARKER, 1991). Por serem dicotiledôneas, o seu controle por herbicidas é dificultado, pois geralmente a aplicação do herbicida mata também os hospedeiros ou diminui a sua produtividade (ALBERT et al., 2008; GOLDWASSER; SAZO; LANINI, 2012; MISHRA, 2009).

Visto a problemática da agricultura por causa das plantas parasitas, torna-se essencial a busca por estratégias diferentes a serem empregadas para se obter sucesso no controle dessas plantas. No caso das cuscutas, essas estratégias devem ser implementadas antes da infecção dos hospedeiros (ALBERT et al., 2008; MISHRA, 2009).

Portanto, é fundamental compreender os mecanismos pelos quais essas plantas parasitas detectam e infectam o hospedeiro, inclusive a nível bioelétrico, pois esse é, possivelmente, o primeiro nível fisiológico afetado pela detecção de potenciais hospedeiros (DEBONO; SOUZA, 2019). Este trabalho tem como objetivo verificar se é possível realizar uma caracterização elétrica da planta parasita *Cuscuta racemosa* Mart. para futuros experimentos eletrofisiológicos com esse gênero.

2. METODOLOGIA

Para realizar esse teste, ramos de *Cuscuta racemosa* Mart. foram coletados de uma cuscuta cultivada em casa de vegetação, podados e colocados em caixas de poliestireno com volume 8,5 L e medidas internas de 20,0 x 25,0 x 17,0 cm, que foram equipadas com uma pequena prateleira também de poliestireno, com dimensões de 12,0 x 17,0 cm, inseridas em uma das extremidades da caixa a 5,0 cm de profundidade a partir das bordas (Fig. 1.a). Esse modelo cria um fosso na caixa, onde serão colocados hospedeiros em testes futuros.

Os ramos foram cortados de maneira que tivessem 10 cm de comprimento, medidos a partir da base do nó. O ramo principal e o ramo lateral foram excisados, deixando apenas um broto por nó. O nó foi mantido na extremidade apical do ramo. Todos os ramos possuíam apenas um nó por ramo. Quatro ramos de cuscuta foram dispostos na prateleira da caixa de poliestireno aproximadamente equidistantes uns dos outros e a cerca de um centímetro da margem da prateleira. No laboratório, os conjuntos experimentais foram levados para uma gaiola de Faraday, cujas dimensões são de 0,90m de comprimento e largura, e 1,00 m de altura.

Dois eletrodos de agulha de aço inoxidável foram inseridos no caule de cada cuscuta, imediatamente abaixo do nó e a 1 cm de distância um do outro. As caixas foram seladas com filme de PVC transparente e deixadas de um dia para o outro, para que as plantas aclimatasse aos eletrodos. Os conjuntos foram mantidos com um fotoperíodo de 12 h e temperatura constante de $25^{\circ}\text{C} \pm 2$. Após o período de aclimação, o eletroma das cuscutas na caixa foi registrado durante duas horas. Foram realizadas oito repetições com quatro cuscutas por caixa, totalizando 32 observações (32 séries temporais) por tratamento.

Para análises eletrofisiológicas, foi utilizado o sistema Biopac Student Lab, da BIOPAC Systems® (Goleta, Califórnia, EUA), modelo MP36. Os sinais foram adquiridos em uma frequência de amostragem de 62,5Hz com ganho de 1.000 vezes. O protocolo utilizado para a coleta de dados foi o ECG (0,05-100Hz) com frequência de corte de 60Hz para mitigar o ruído da rede elétrica local.

Para a análise das séries temporais, foram feitas as seguintes análises descritivas e quantitativas: Análises visuais das séries temporais; Transformada rápida de Fourier (FFT); Transformada de onduletas (Wavelet); Médias das variações de tensão; histograma das mesmas; medidas de dispersão; autocorrelação; função de densidade de probabilidades (PDF); função de densidade espectral de potência (PSD) e entropia aproximada (ApEn). Todas análises foram descritas e realizadas em trabalhos anteriores (SARAIVA; FERREIRA; SOUZA, 2017; SOUZA et al., 2017; COSTA, 2018; DE TOLEDO, 2019; DE TOLEDO et al., 2019; SIMMI et al., no prelo).

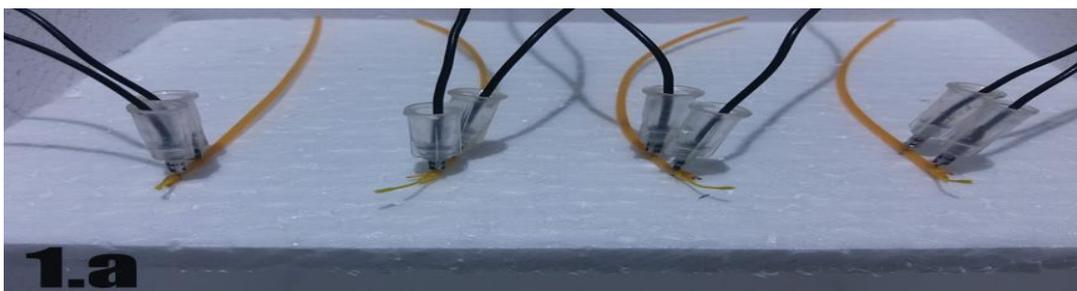


Figura 1.a. Cuscutas dispostas na prateleira da caixa de poliestireno com os eletrodos inseridos no caule.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O eletrofitograma mostrado na figura 2.a revela série temporal obtida para uma das cuscutas. Através da transformada de onduletas (Fig. 2.b) e FFT (Fig. 2.c), pode-se perceber que as frequências dominantes ocorrem abaixo de 2 Hz. Picos de variação de tensão com essa frequência e amplitude entre 0,006 e 0,01 μV ocorrem intermitentemente. Além disso, as outras análises demonstraram que o eletroma das cuscutas pode ser caracterizado como um ruído próximo ao ruído 1/f (ruído rosa), o que demonstra altíssima complexidade dos sinais e

presença de informação em várias escalas. Os sinais elétricos das cuscutas nessas condições apresentam altos níveis de complexidade.

Como resultado, pôde-se observar que, nessas condições, a sinalização elétrica das cuscutas analisadas possui um padrão de distribuição que segue uma lei de potência, é invariante da escala, está relacionada ao ruído rosa ($1/f$), à criticalidade auto-organizada e apresenta altos graus de complexidade. A julgar pelos trabalhos anteriores que utilizaram o PSD para avaliar o sinal de plantas (ROSS; DAINTY, 1985; SARAIVA et al., 2017; SOUZA et al., 2017, SIMMI et al., 2020), o eletroma de *C. racemosa*, nas condições experimentais testadas, foi o que apresentou maior complexidade.

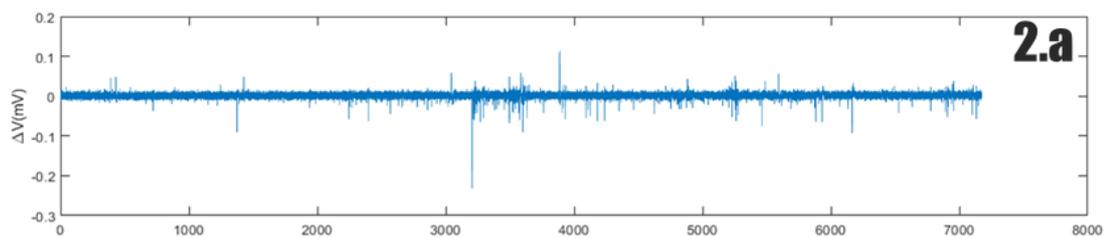


Figura 1.a. Eletrofitograma da cuscuta.

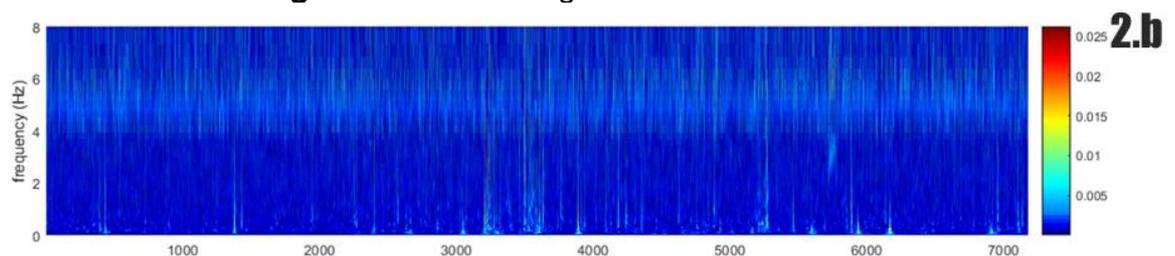


Figura 1.a. Transformada de onduletas do eletrofitograma da cuscuta.

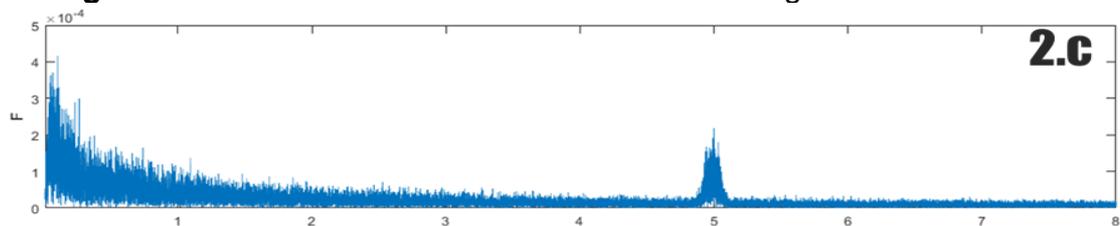


Figura 1.a. Transformada rápida de Fourier (FTT) do eletrofitograma da cuscuta.

4. CONCLUSÕES

Com este estudo, foi possível demonstrar que é viável analisar o eletroma de *C. racemosa*, principalmente nas condições experimentais utilizadas. Além disso, nessas condições, o eletroma dessas plantas se demonstrou altamente complexo, com altos níveis de informação em todas as escalas. A eletrofitografia é uma técnica promissora para estudar a sinalização elétrica de plantas desse gênero.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERT, M. et al. **Cuscuta spp: "Parasitic plants in the spotlight of plant physiology, economy and ecology"**. In: LÜTTGE, U.; BEYSCHLAG, W.; MURATA, J (eds). Progress in Botany 69. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. P. 267-277.

COSTA, A. V. L. **Interferência magnética na sinalização elétrica em plantas de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2018. 72 f. Dissertação (mestrado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

DEBONO, M. W.; SOUZA, G. M. **Plants as eletromic plastic interfaces: a mesological approach**. Progress in Biophysics and Molecular Biology, v. 146, p. 123-133, 2019.

DE TOLEDO, G. R. A et al. **Plant electrome: the electrical dimensiono f plant life. Theoretical and Experimental**. Plant Physiology, v. 31, n. 21-46, 2019.

DE TOLEDO, G. R. A. **Caracterização eletrofisiológica do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. BRS-Expedito sob diferentes disponibilidades hídricas**. 2019. 370 f. Tese (doutorado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

F. Z. Simmi.; L. J. Dallagnol.; A. S. Ferreira.; D. R. Pereira.; G. M. Souza. **Electrome alterations in a plant-pathogen system: toward early diagnosis**. Bioelectrochemistry, 2020.

GOLDWASSER, Y.; SAZO, M. R.; LANINI, W. T. **Control of Field Dodder (*Cuscuta campestris*) parasitizing tomato with ALS – inhibiting herbicides**. Weed Technology, v. 26, n. 4, p. 740-746, 2012.

KELLY, C. K. **Amarginal value model and coiling responde in *Cuscuta subinclusa***. Ecology, v. 71, n.5, p.1916-1925, 1990.

KELLY. C. K. **Resource choice in *Cuscuta europaea***. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 89, p. 12194-12197, 1992.

MESCHER, M. C.; SMITH, J.; DE MORAES, C. M. **Host location and selection by holoparasitic plants**. In :BALUŠKA, F. (ed.). Plant-environment interactions: from sensory plant biology to active plant behavior. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. P. 101-118.

MISHRA, J. S. **Biology and management of *Cuscuta* species**. Indian Journal of Weed Science, v. 41, n.1 & 2, p.1-11, 2009.

PARKER, C. **Protection of crops against parasitic weeds**. Crop Protection, v. 10, p. 6-22, 1991.

ROSS, S.; DAINTY, J. **Membrane electrical noise in *Chara corallina* I: a low frequency spectral component**. Plant Physiology, v. 79, p. 1021-1025,1985.

SARAIVA, G. F. R.; FERREIRA, A. S.; SOUZA, G. M. **Osmotic stress decreases complexity underlying the electrophysiological dynamic in soybean**. Plant Biology, v. 19, n. 5, p. 702-708, 2017.