



## ASSINATURA ESPECTRAL DE CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA

CRUSIOL, L.G.T.<sup>1</sup>; NANNI, M.R.<sup>1</sup>; FURLANETTO, R.H.<sup>1</sup>; CEZAR, E.<sup>2</sup>; SIBALDELLI, R.N.R.<sup>3</sup>; MERTZ-HENNING, L.M.<sup>4</sup>; NEPOMUCENO, A.L.<sup>4</sup>; NEUMAIER, N.<sup>4</sup>; FARIAS, J. R. B.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós Graduação em Agronomia, \*luiscrusiol@gmail.com; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia; <sup>3</sup>Matemático, Especialista em Estatística, Londrina – PR; <sup>4</sup>Embrapa Soja, Londrina – PR.

Frente aos expressivos valores da produção brasileira de soja, estimada em 111 milhões de toneladas para a safra 2017/2018 (CONAB, 2018), observa-se crescente demanda pelo desenvolvimento e utilização de técnicas que permitam rápida e não destrutiva avaliação das áreas cultivadas e que possam contribuir na melhor tomada de decisão em relação às práticas culturais. Observa-se também avidez sobre a possibilidade de identificação rápida e precisa das cultivares de soja semeadas, permitindo melhor monitoramento da genética utilizada, bem como possibilitando ações estratégicas mais eficientes sobre seu processo produtivo.

Nesse contexto, o sensoriamento remoto tem ganhado a atenção de setores ligados ao agronegócio, uma vez que, pela interação da radiação eletromagnética – planta – sensor, permite a aquisição de informações espectrais em diferentes níveis de operação (campo, aéreo e orbital) podendo contribuir com melhor caracterização das áreas cultivadas e, também, melhor manejo da cultura da soja.

O presente trabalho teve por objetivo obter a assinatura espectral de cultivares de soja submetidas a diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

Seguindo as recomendações técnicas da Embrapa, o experimento foi conduzido nos campos experimentais da Embrapa Soja, localizada no município de Londrina – PR, na safra 2016/2017. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Nas subparcelas foram avaliadas cultivares de soja convencionais e linhagens geneticamente modificadas (GM) para tolerância à seca. Nas parcelas foram avaliadas diferentes níveis de disponibilidade hídrica: irrigado (IRR), não irrigado (NIRR) e déficit hídrico no período vegetativo (DHV) e no período reprodutivo (DHR). As parcelas DHV e DHR foram instaladas sob abrigos móveis, programados para fecharem (ou no período vegetativo ou reprodutivo, respectivamente) sempre que ocorressem precipitações pluviométricas superiores a 0,1 mm dentro da área experimental. Os níveis a campo (IRR e NIRR) foram avaliados em quatro repetições e os níveis sob abrigos móveis (DHV e DHR) em seis repetições.

A semeadura foi realizada no dia 19 de outubro de 2016 e a indução do déficit hídrico no período vegetativo se deu a partir do dia 25 de novembro de 2016 até o momento do florescimento (12 de dezembro de 2016). A partir de então, iniciou-se o déficit hídrico reprodutivo, permanecendo até a colheita. Os dados espectrais discutidos no presente trabalho foram coletados: aos 28 dias após a semeadura (DAS), com plantas no período vegetativo, antes do início da indução do déficit hídrico; aos 57 DAS, próximo ao florescimento, término da indução do déficit hídrico no período vegetativo e início da indução do déficit hídrico no período reprodutivo; e aos 89 DAS, com déficit hídrico no período reprodutivo, com plantas em estágio R5 de desenvolvimento (FERH e CAVINESS, 1977).

Por meio do espectrorradiômetro Fieldspec 3 Jr, sensor hiperespectral com resolução espectral de 3 nm entre 350 e 1400 nm e de 30 nm entre 1400 e 2500 nm, foram realizadas medidas de reflectância de quatro cultivares (uma considerada sensível à seca e três GM para tolerância à seca), denominadas nesse trabalho como cultivar '1', '2', '3' e '4' respectivamente, submetidas aos tratamentos IRR, NIRR, EHV e



EHR. Em cada data de avaliação foram obtidas 64 curvas espectrais das quatro cultivares submetidas aos tratamentos avaliados, sendo que cada uma dessas curvas resultou da média de outras quatro leituras realizadas em cada parcela, totalizando 256 leituras espectrais em cada data de avaliação.

As curvas espectrais (de 400 a 2500 nm) foram analisadas pelo software *Statistical Analysis System* (SAS) e submetidas ao procedimento *stepdisk* ( $p \leq 0,05$ ), pelo qual foram selecionados os comprimentos de onda significativos à diferenciação dos grupos (cultivares) avaliados. Posteriormente, os dados espectrais foram submetidos à análise discriminante, sendo possível a geração de um modelo discriminante contendo apenas os comprimentos de onda selecionados no *stepdisk*. A eficácia do modelo gerado foi avaliada por meio da reclassificação das curvas espectrais no próprio modelo discriminante ao qual deram origem.

Na figura 1 é possível observar as assinaturas espectrais das cultivares avaliadas aos 27 DAS (A), 57 DAS (B) e 89 DAS (C). Destaca-se um comportamento espectral bastante semelhante entre as cultivares 1 e 4 e entre 2 e 3, o que pode ser melhor compreendido por meio da tabela 1, onde são demonstradas as matrizes de contingência com as porcentagens de acerto de reclassificação das curvas utilizadas na geração do modelo discriminante.

Aos 27 DAS a menor porcentagem de acerto foi para a cultivar 4 (68,8%) e a maior para a cultivar 1 (85,5%). Contudo, ressalta-se novamente o erro de classificação entre as cultivares 1 e 4 e entre 2 e 3. Da mesma forma, aos 57 DAS foram observados erros de reclassificação entre essas cultivares, porém com valores de acerto inferiores em relação à data inicial.

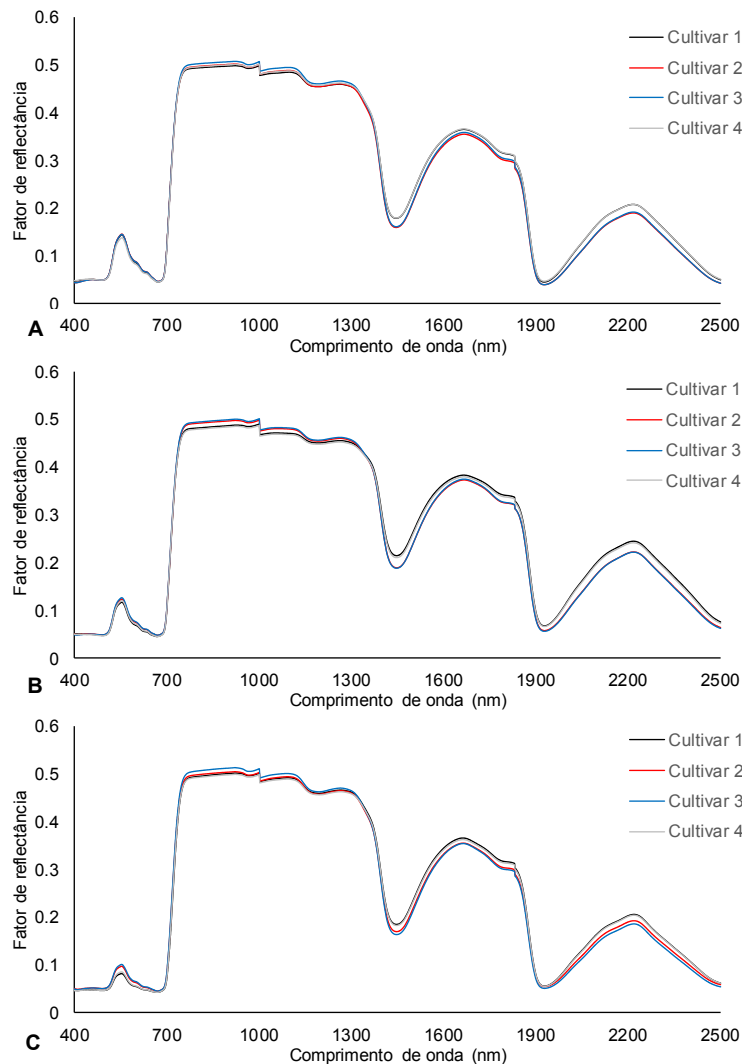
Na terceira data de avaliação foram obtidas excelentes porcentagens de acerto na reclassificação das curvas espectrais utilizadas na geração do modelo. Nesta data, todas as 64 curvas espectrais foram classificadas de forma correta.

Destaca-se que o erro na reclassificação das curvas espectrais entre as cultivares 1 e 4; e 2 e 3, nas duas primeiras datas de avaliação, pode estar associado ao fato de que essas cultivares (1 e 4; e 2 e 3) possuem praticamente o mesmo *background* genético, fazendo com que seus comportamentos espectrais sejam bastante semelhantes, podendo gerar confusão entre elas.

Conclui-se que é possível a obtenção da assinatura espectral de cultivares de soja independentemente da condição hídrica às quais as plantas estejam submetidas. Dessa forma, modelos gerados para discriminação de cultivares de soja podem ser aplicados tanto em áreas afetadas por seca quanto em áreas sob boa disponibilidade hídrica, proporcionando sua utilização em ampla escala territorial. Por fim, destaca-se que plantas no estágio R5 de desenvolvimento apresentam curvas espectrais mais distintas entre si, proporcionando modelos mais eficientes para sua identificação.

## Referências

- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. (2017) Acompanhamento da safra brasileira de grãos, quinto levantamento, safra 2017/18. Brasília: Conab, fevereiro, 2018. 140 p.
- Fehr, W. R., Caviness, C. E. Stages of soybean development. Special Report 80. Iowa: Iowa State University of Science and Technology, 1977.



**Figura 1.** Curva espectral das cultivares de soja avaliadas aos 27 DAS (A), 57 DAS (B) e 89 DAS (C)

**Tabela 1.** Matriz de contingência do resultado da análise discriminante simulada com dados usados na geração do modelo, para as quatro cultivares avaliadas (C1 a C4). Aos 27, 57 e 89 dias após a semeadura (DAS).

	27 DAS				57 DAS				89 DAS			
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 1	C 2	C 3	C 4	C 1	C 2	C 3	C 4
C 1	85,5 <sup>1</sup>	0	0	12,5	56,3	6,2	0	37,5	100	0	0	0
C 2	0	75,0	25,0	0	0	25,0	56,3	18,7	0	100	0	0
C 3	0	25,0	75,0	0	0	37,5	62,5	0	0	0	100	0
C 4	31,2	0	0	68,8	62,5	18,7	0	18,8	0	0	0	100

<sup>1</sup> Porcentagem em relação ao total da linha (100%) para cada data de avaliação para a reclassificação das curvas espectrais utilizadas na geração do modelo.