

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura e Pecuária*

**Eventos Técnicos
& Científicos**

001

agosto, 2023

RESUMOS EXPANDIDOS

38^a Reunião de Pesquisa de Soja

23 e 24 de agosto de 2023
Londrina, PR

Fernando Augusto Henning
Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite
Editores Técnicos

Exemplares desta publicação podem ser obtidos na:

Embrapa Soja

Rodovia Carlos João Strass, acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta
Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina, PR
Fone: (43) 3371 6000
Fax: (43) 3371 6100
www.embrapa.br/soja
https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Soja

Presidente: *Adeney de Freitas Bueno*

Secretário-Executivo: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Edson Hirose, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, José de Barros França Neto, Leandro Eugênio Cardamone Diniz, Marco Antonio Nogueira, Mônica Juliani Zavaflia Pereira e Norman Neumaier.*

Coordenadora de Editoração: *Vanessa Fuzinato Dall'Agnol*

Bibliotecária: *Valéria de Fátima Cardoso*

Editoração eletrônica e capa: *Marisa Yuri Horikawa*

1ª edição

PDF digitalizado (2023).

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura e Pecuária.

É de responsabilidade dos autores a declaração afirmando que seu trabalho encontra-se em conformidade com as exigências da Lei nº 13.123/2015, que trata do acesso ao Patrimônio Genético e ao Conhecimento Tradicional Associado.

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Soja

Reunião de Pesquisa de Soja (38. : 2023 : Londrina, PR)

Resumos expandidos [da] 38ª Reunião de Pesquisa de Soja / Fernando Augusto Henning, Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite, editores técnicos. – Londrina: Embrapa Soja, 2023.

PDF (220 p.) - (Eventos técnicos & científicos / Embrapa Soja, e-ISSN ; n. 1).

1. Soja. 2. Pesquisa agrícola. I. Henning, Fernando Augusto. II. Leite, Regina Maria Villas Bôas de Campos. III. Série.

CDD: 633.34072 (21. ed.)

INFLUÊNCIA DA FENOLOGIA E DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA CLASSIFICAÇÃO ESPECTRAL DE CULTIVARES DE SOJA

CRUSIOL, L. G. T.¹; SIBALDELLI, R. N. R.²; NANNI, M. R.³; GONÇALVES, J. V. F.³; FURLANETTO, R. H.⁴; GONÇALVES, S. L.²; FOLONI, J. S. S.²; MERTZ-HENNING, L. M.²; NEPOMUCENO, A. L.²; NEUMAIER, N.²; FARIAS, J. R. B.²

¹Bolsista FAPED/Embrapa Soja, Londrina, PR, luiscrusiol@gmail.com; ²Embrapa Soja;

³Universidade Estadual de Maringá; ⁴University of Florida.

Introdução

O Brasil é líder mundial na produção de soja, com mais de 40 milhões de hectares dedicados à esta cultura. Considerando as mais diversas características edafoclimáticas para produção de soja (Kaster; Farias, 2012) e a ocorrência de períodos de déficit hídrico, torna-se essencial o desenvolvimento de genótipos com maior estabilidade de produtividade em períodos de seca. Logo, observa-se crescente demanda por métodos para identificação, em campo, da cultivar semeada, o que poderá contribuir para a geração de técnicas de identificação (fenotipagem) de cultivares em larga escala.

Nesse contexto, o sensoriamento remoto apresenta elevado potencial para a classificação de cultivares de soja de forma precisa, ágil e economicamente viável. Contudo, variações de até 30 dias no calendário de semeadura dentro de uma mesma área de produção e a variabilidade das condições hídricas das lavouras mostram-se como desafios a serem superados na obtenção de modelos espectrais de classificação de cultivares de soja (Crusiol et al., 2021).

Assim, o presente trabalho objetivou classificar cultivares de soja por meio de sua resposta espectral e avaliar a influência da fenologia e condição hídrica no desempenho de algoritmos de classificação por aprendizagem de máquina (*machine learning*).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na safra 2022/2023 na Embrapa Soja, localizada no município de Londrina, PR, em delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. Foram avaliados quatro tratamentos: irrigado (recebendo irrigação, mantendo o potencial matricial da água do solo entre -0,03 Mpa e -0,05 Mpa), não irrigado (recebendo apenas águas de chuva), déficit hídrico no período vegetativo e déficit hídrico no período reprodutivo. As parcelas dos tratamentos com déficit hídrico foram instaladas sob abrigos móveis programados para fecharem sempre que volumes de chuva superiores a 0,1 mm fossem registrados pela estação meteorológica localizada dentro da área experimental. Nas subparcelas foram distribuídas cinco cultivares de soja: BRS 1061 IPRO, BRS 1064 IPRO, BRS 539, M5947 IPRO e M 6410 IPRO.

Por meio do espectrorradiômetro FieldSpec 3 Jr (Analytical Spectral Devices, Boulder, CO, USA) com resolução espectral de 3 nm entre 350 nm e 1400 nm e 30 nm entre 1400 nm e 2500 nm, disponibilizando a resposta hiperespectral em 2151 bandas espectrais, foi realizada a coleta espectral das cinco cultivares avaliadas, em três condições hídricas (não houve necessidade de irrigação ao longo da safra e, portanto, os tratamentos não irrigado e irrigado foram analisados de forma conjunta), e em quatro datas ao longo do período reprodutivo de desenvolvimento: 75, 87, 91 e 105 dias após a semeadura (DAS). Em cada data, foram coletadas as reflectâncias de cada parcela, totalizando 320 amostras em quatro datas avaliadas.

O banco de dados espectrais (n = 320) foi submetido à sete algoritmos machine learning com o objetivo de classificar a: fenologia, seriada em cada uma das datas de avaliação espectral; disponibilidade hídrica, seriada em cada uma das quatro condições hídricas avaliadas; e genótipo, seriado em cada uma das cinco cultivares monitoradas. Foram utilizados os seguintes algorit-

mos de classificação de aprendizado de máquina (machine learning): Support Vector Machines, Neural Network, AdaBoost, Gradient Boost, Random Forest, Logistic Regression e Tree. Os modelos foram implementados em linguagem de programação Python através da plataforma Orange Data Mining, e avaliados pela métrica F1 estimados na fase de validação cruzada, com a segmentação do conjunto de dados em dez subconjuntos (10 k-fold).

Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta a média e o desvio padrão da resposta espectral da cultura da soja nas datas, tratamentos e cultivares avaliados. A resposta espectral média da soja apresentou comportamento típico de vegetação. Foram observados picos de desvio padrão próximos aos 560 nm e 716 nm, patamar elevado entre 700 nm e 1900 nm, e outro pico aos 2200 nm. Essas variações no comportamento espectral da soja estão associadas à: absorção da radiação fotossinteticamente ativa, influenciando a reflectância no espectro visível (400-700 nm); estrutura celular, influenciando a reflectância no espectro infravermelho próximo (700-1300 nm); e conteúdo de água na folha, influenciando a reflectância no espectro infravermelho de ondas curtas (1300-2500 nm) (Damm et al., 2018). Condições diferenciadas de fenologia (datas) e disponibilidade hídrica (tratamentos) impactam diretamente o comportamento espectral da soja de forma conjunta, justificando, assim, a classificação isolada dessas condições para compreender suas influências na classificação de cultivares.

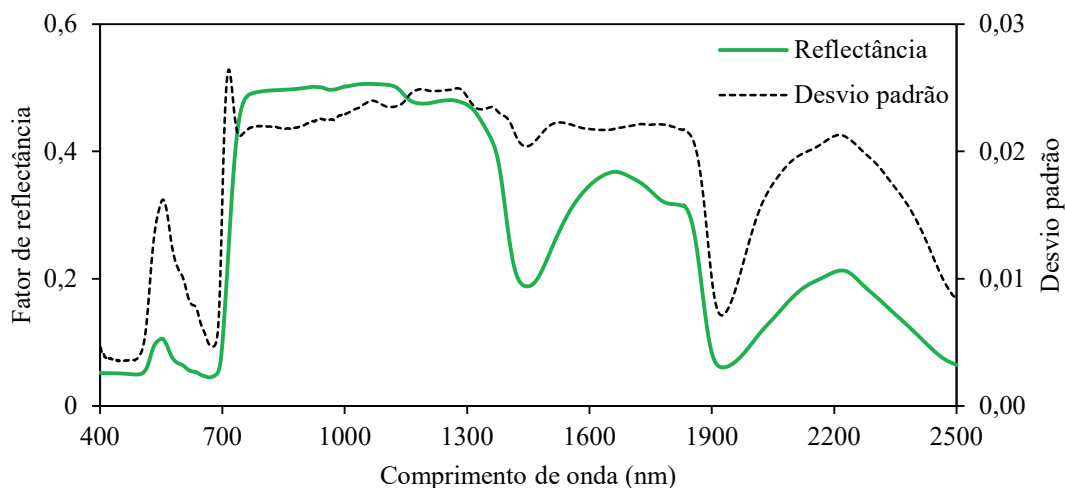


Figura 1. Resposta espectral média e desvio padrão de diferentes cultivares de soja em distintas fases do desenvolvimento fenológico e sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

A Figura 2 apresenta o escore F1 dos algoritmos de classificação da resposta espectral da soja seriada por fenologia (data de avaliação), disponibilidade hídrica (tratamento experimental) e genótipo (cultivar). Embora existam diferenças no desempenho dos classificadores, *Support Vector Machines*, *Neural Network* e *Gradient Boost* apresentaram os maiores valores de F1 para fenologia, disponibilidade hídrica e genótipo. Além disso, para todos os algoritmos de classificação utilizados, foi observado um padrão de maior precisão para a classificação da fenologia, seguido pela condição hídrica; sendo que os menores valores de F1 foram observados para genótipo.

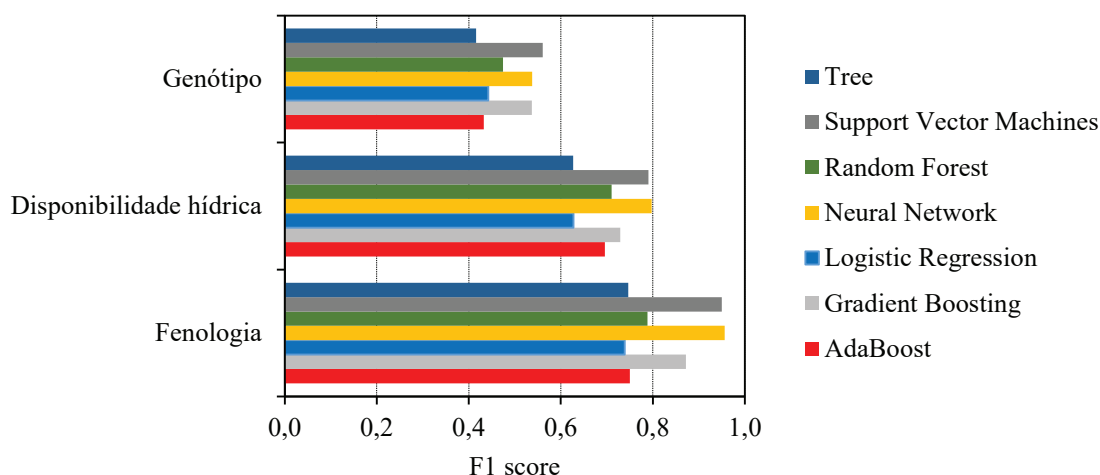


Figura 2. Precisão média (F1) dos algoritmos *Support Vector Machines*, *Neural Network*, *AdaBoost*, *Gradient Boost*, *Random Forest*, *Logistic Regression* e *Tree* para classificação espectral da fenologia, disponibilidade hídrica e cultivares de soja.

Conclusão

Os algoritmos *machine learning* apresentaram potencial para a classificação de genótipos de soja, bem como sua fenologia e condição de disponibilidade hídrica. Nesse contexto, a classificação dos genótipos apresentou menor desempenho, evidenciando a influência crucial dos estádios de desenvolvimento e ocorrência de déficit hídrico na qualidade da classificação de cultivares de soja.

Referências

- CRUSIOL, L. G. T.; NANNI, M. R.; FURLANETTO, R. H.; SIBALDELLI, R. N. R.; CEZAR, E.; SUN, L.; FOLONI, J. S. S.; MERTZ-HENNING, L. M.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B. Classification of soybean genotypes assessed under different water availability and at different phenological stages using leaf-based hyperspectral reflectance. *Remote Sensing*, v. 13, n. 2, 172, 2021. 24 p.
- DAMM, A.; PAUL-LIMOGE, E.; HAGHIGHI, E.; SIMMER, C.; MORS DORF, F.; SCHNEIDER, F. D.; TOL, C. V. D.; MIGLIAVACCA, M.; RASCHER, U. Remote sensing of plant-water relations: an overview and future perspectives. *Journal of Plant Physiology*, v. 227, p. 3-19, 2018.
- KASTER, M.; FARIAS, J. R. B. **Regionalização dos testes de Valor de Cultivo e Uso e da indicação de cultivares de soja - terceira aproximação.** Londrina: Embrapa Soja, 2012. 69 p. (Embrapa Soja. Documentos, 330).