



## ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DA SOJA PELO USO DE IMAGENS AEREAS

FRANCHINI, J.C.<sup>1</sup>; JORGE, L. A. C.<sup>2</sup>; CORREA, F. B.<sup>3</sup>; GREGGIO, F.<sup>4</sup>; DEBIASI, H.<sup>1</sup>; BALBINOT JR, A. A.<sup>1</sup>; PEREIRA, G.S.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Soja, Londrina/PR. julio.franchini@embrapa.br; <sup>2</sup> Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos/SP; <sup>3</sup> COAMO Agroindustrial, Campo Mourão/PR; <sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Fazenda Indaiá, Campo Mourão/PR; <sup>5</sup> Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR

Estimar o potencial produtivo das culturas durante o ciclo de desenvolvimento sempre foi um dos objetivos da pesquisa agropecuária. A produtividade é determinada por um conjunto de fatores governados pelas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, por fatores associados ao clima, como a temperatura e a precipitação e suas interações com fatores bióticos como as pragas e doenças, além das características genéticas das plantas. No entanto, a combinação quase que infinita entre estes fatores torna a produtividade das culturas de difícil previsão. Por outro lado, praticamente todas as interações das culturas com fatores bióticos e abióticos determinam alterações dos tecidos vegetais que podem ser determinadas pela análise da radiação eletromagnética refletida. Em última análise, todos os estresses sofridos pela planta irão causar mudanças no tecido vegetal que podem ser detectados por sensores na radiação refletida na faixa do visível ou infravermelho próximo.

O uso de imagens aéreas obtidas com VANTs (veículos aéreos não tripulados), tem se tornado cada vez mais acessível, com a redução no custo dos equipamentos e softwares utilizados para o tratamento das imagens e composição de orthomosaicos. A imagem aérea georreferenciada obtida com sensores do tipo CMOS ((complementary metal-oxide semiconductor) com 12 Mg pixel de resolução permite a obtenção de índice de vegetação conhecido como MPRI (Modified Photochemical Reflectance Index), baseado na relação entre as bandas no comprimento de onda do verde e do vermelho. A possibilidade de obter imagens com resolução de poucos centímetros em diferentes fases de desenvolvimento das culturas permite identificar zonas com maior e menor potencial dentro dos talhões de produção. A análise posterior destas zonas permite o manejo sítio específico das limitações ambientais, visando maximizar a produtividade com o menor custo possível. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo obter imagens aéreas de alta resolução de uma talhão de produção de soja em diferentes fases de desenvolvimento da cultura e relacionar o índice MPRI com a produtividade de grãos.

O trabalho foi conduzido em um talhão de 65 ha da Fazenda Indaiá, no município de Campo Mourão/PR (24° 2.7'S e 52° 26.7'O). A área de estudo faz parte do projeto da Rede de Agricultura de Precisão, conduzido em parceria pela Embrapa e Cooperativa Agroindustrial COAMO. A soja cultivar BS 2606 IPRO foi semeada em 12 e 13 de outubro no espaçamento de 50 cm entre linhas e população de 250.000 plantas por ha. O talhão recebeu manejo indicado para cultura da soja de acordo com as recomendações técnicas da COAMO e da Embrapa, previamente ajustadas e transmitidas pelo engenheiro agrônomo da cooperativa encarregado de fazer a assistência técnica do produtor. Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura foram tomadas imagens aéreas nas seguintes datas e estádios fisiológicos: 04/01/2018 (R3); 02/02/2018 (R5.3); 07/02/2018 (R5.4) e 21/02/2018 (R6) (Figura 1). As imagens foram obtidas por um VANT do tipo quadricóptero, modelo Phantom 4 pro, da marca DJI® equipado com um sensor do tipo CMOS com resolução de 12 Mg pixel. O sensor capta a radiação refletida nas bandas do vermelho, verde e azul (RGB). Os planos de voo foram elaborados no software Pix4D®, considerando uma altura de voo de 200 m, 80% de sobreposição para frente e 60% na lateral. A cada voo, foram obtidas 312 fotos, utilizadas para gerar um orthomosaico por meio de processamento no software Agisoft PhotoScan Professional®. A resolução final do orthomosaico foi de 5 cm por pixel. As imagens não receberam nenhum tipo de calibração ou ajuste. Por meio da relação =



(Banda Verde - Banda Vermelha) / (Banda Verde + Banda Vermelha) foi obtido o índice MPRI, utilizando o software livre Quantum Gis®. Nos dias 06 e 07/03/2018 foi realizada a colheita do talhão com uma colheitadeira automotriz modelo S680 da marca John Deere®, equipada com plataforma de 10,5 metros e sensores de fluxo e de umidade e sistema de posicionamento global. Os dados obtidos foram filtrados para eliminar dados discrepantes e inconsistentes, tais como aqueles obtidos pela passagem da automotriz sobre áreas já colhidas ou obtidos com plataforma parcialmente utilizada. Após a filtragem foram utilizados 34.326 pontos para elaboração dos mapas (pixel aproximado de 4.5 metros). Os dados foram convertidos para a unidade de sacas de 60 kg/ha a 13% de umidade. Para comparação dos dados foram gerados mapas com pixel de 5 metros por meio de krigagem, utilizando o programa VESPER (Variogram Estimation and Spatial Prediction plus Error). Foram elaborados gráficos de produtividade e do índice MPRI no programa Surfer (Surface Mapping System, Golden Software Inc).

A produtividade média no talhão foi de 78 sacas/ha, considerada elevada frente ao excesso de precipitação pluvial e reduzida luminosidade (Figura 1). Os valores mínimos e máximos foram de 44 e 96 sacos ha<sup>-1</sup>, indicando elevada variabilidade espacial da produtividade. De forma geral, o MPRI aumentou da primeira para a segunda data de avaliação, quando atingiu o máximo valor observado. Nas datas posteriores, o índice foi declinando, indicando o avanço na senescência das plantas.

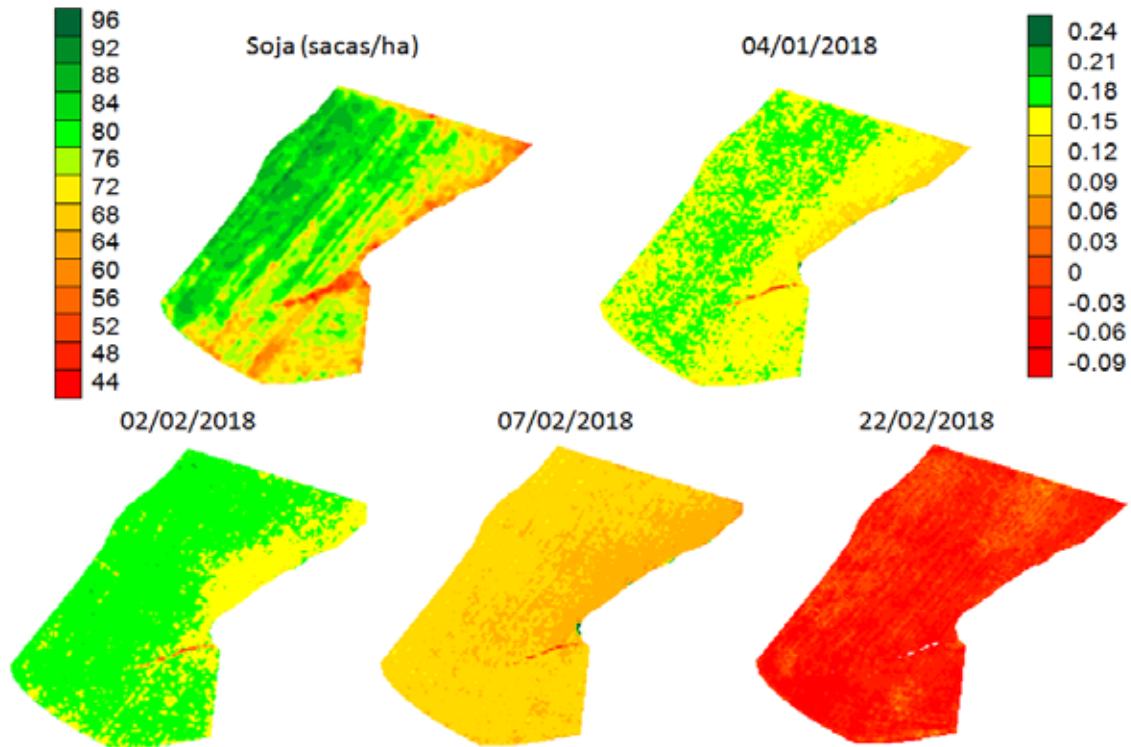
Houve uma rápida mudança da resposta espectral da cultura entre o dia 02/02 e 07/02, apesar do pequeno intervalo entre as avaliações (Figura 1). Até o dia 02/02 a cultura havia sido submetida a um longo período de chuva e baixa luminosidade e, a partir dessa data, ocorreram dias com alta temperatura e luminosidade, o que pode ter influenciado nesta mudança abrupta do MPRI. Além disso, em geral, a partir do estágio R5.3, a cultura acelera o processo de senescência foliar, já que há intensa translocação de fotoassimilados das estruturas vegetativas para os grãos.

A maior correlação entre a produtividade e o MPRI foi observada na segunda data de avaliação, quando a cultura estava no estágio R5.3 (Figura 2). Provavelmente isso tenha ocorrido porque nessa fase de desenvolvimento a cultura atinge o máximo índice de área foliar (IAF), com intensa atividade fotossintética. Por outro lado, no estágio R3 – primeira avaliação – as cultivares com tipo de crescimento indeterminado ainda não atingiram o pico de IAF e, nos estádios R5.4 e R7 – duas últimas avaliações – já há elevada senescência foliar (Zanon et al., 2015).

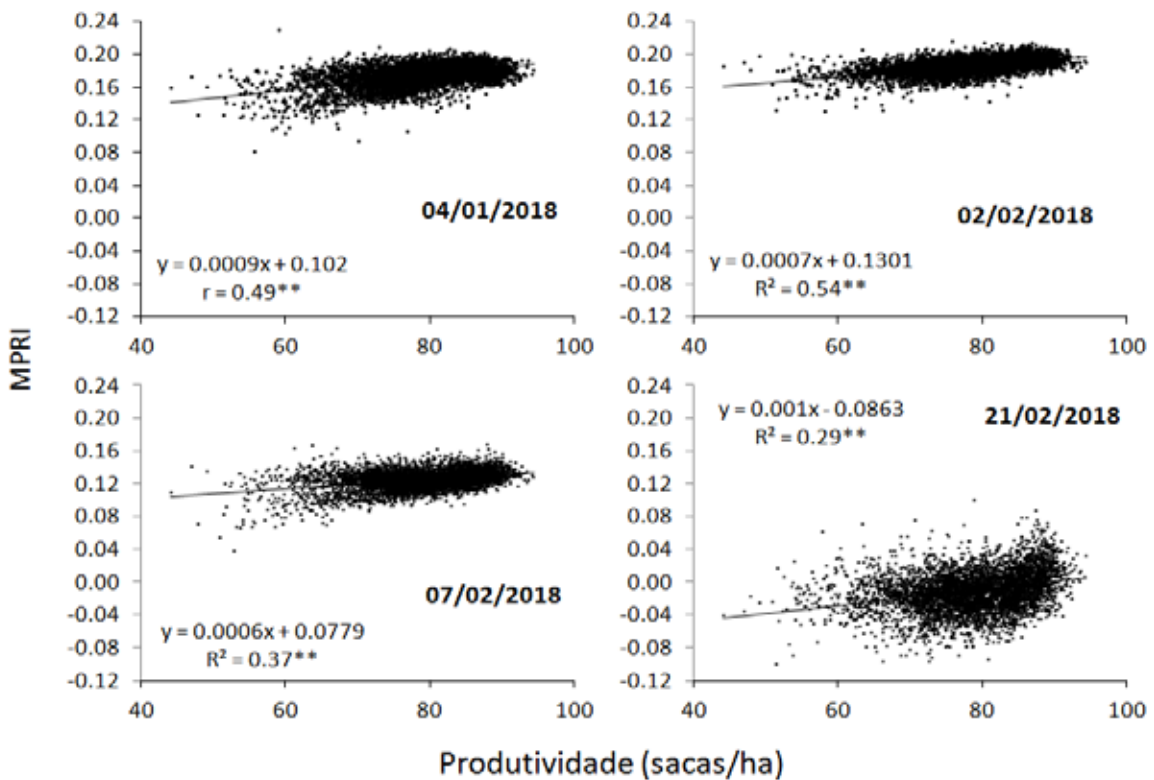
Nesse contexto, o MPRI obtido a partir das imagens aéreas foi altamente relacionado com a produtividade da soja, principalmente no estágio R5.3. As imagens aéreas demonstraram ser adequadas para a diferenciação do potencial produtivo dentro do talhão investigado. Análises complementares podem ser direcionadas nas áreas de menor potencial para identificação das possíveis causas dessa limitação. O manejo sítio específico da variabilidade do potencial produtivo dependerá se as causas de variação são ou não manejáveis.

## Referência

ZANON, A.J.; STRECK, N.A.; RICHTER, G.L.; BECKER, C.C.; ROCHA, T.S.M.; CERA, J.C.; WINCK, J.E.M.; CARDOSO, A.P.; TAGLIAPIETRA, E.L.; WEBER, P.S. Contribuição das ramificações e a evolução do índice de área foliar em cultivares modernas de soja. **Bragantia**, v.74, p.279-290, 2015.



**Figura 1.** Mapas de produtividade e do índice MPRI em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da Soja. Fazenda Indaiá, Campo Mourão, 2018.



**Figura 2.** Correlações entre a produtividade e o índice MPRI em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da Soja. Fazenda Indaiá, Campo Mourão, 2018.