

Técnica de sensoriamento remoto aplicada a cultura de soja em manejos do solo e doses de calcário na reforma de canavial

CORDEIRO JUNIOR, P.S.¹; LEAL, E.P.²; BETIOL, O.²; ZERBATO, C.¹; BOLONHEZI, D.²

¹UNESP, Campus de Jaboticabal, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, 14884-900, pscordeiro@outlook.com, cristiano.zerbato@unesp.br. ²Instituto Agrônomo de Campinas, Centro Avançado de Pesquisa de Cana, Rod. Antônio Duarte Nogueira, km 321, 14001-970, Ribeirão Preto-SP, elcioprleal@gmail.com, olavobetiol96@gmail.com, dbolonhezi@gmail.com

Introdução

Nos últimos 59 anos (entre 1960 e 2018) a produção global de soja cresceu 1.202% (passando de 27 para 348 Mt - milhões de toneladas), sendo o Brasil o segundo maior produtor, com produção superior a 100 milhões de toneladas, produzidas em mais de 26 milhões de ha, dos quais 90 % no sistema plantio direto (Gazzoni; Dall'Agnol, 2018). A conjuntura de preços favoráveis dessa commodity tem impulsionado o cultivo nas diferentes regiões do Brasil, sendo que somente em São Paulo houve aumento de 45% na área cultivada, passando de 526 mil na safra 2007/08 para 962 mil hectares na safra 2017/18, de acordo com Conab (2018). Verifica-se que esse crescimento tem ocorrido principalmente na reforma de canaviais, que se considerado a região do Triângulo Mineiro, já ultrapassa 600 mil hectares de cultivo anualmente.

O Sensoriamento Remoto é uma importante ferramenta utilizada no monitoramento agrícola, principalmente, por proporcionar a estimativa de safra, determinação da produtividade e de novas áreas agrícolas e o acompanhamento da cultura ao longo do seu ciclo de desenvolvimento (Rudorff, 2010). De acordo com Amaral e Molin (2014), os sensores de dossel são ferramentas úteis para a detecção da variabilidade dentro da lavoura.

Os índices de vegetação são fórmulas matemáticas baseadas em diversas combinações de valores de bandas específicas do espectro eletromagnético. O conhecimento sobre o comportamento espectral da vegetação é fundamental para a interpretação dos resultados. Os métodos de avaliação das características do dossel utilizado os índices de vegetação estão ganhando mais relevância, pois todo processo é efetuado de forma não-destrutiva (Richards, 1993). Por isso, é possível realizar várias análises em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (Jones; Vaughan, 2010).

A resposta espectral das culturas agrícolas é influenciada pelas características físicas do dossel, e uma série de fatores bioquímicos do vegetal, do qual, estes fatores estão condicionados aos parâmetros agrônômicos, arquitetura do dossel, condições atmosféricas, química foliar e pelos pigmentos presentes nas folhas, como carotenos, antocianinas, clorofila a e b, e xantofila (Abdel-Rahman et al., 2008), que influenciam nos processos fisiológicos relacionados ao desenvolvimento da planta ou na absorção da radiação eletromagnética (Martins; Galo, 2015).

A reflectância do dossel tem sido utilizada em culturas agrícolas, tais como, o trigo e milho, para avaliar o estado da planta e auxiliar nas práticas de manejo durante o desenvolvimento da cultura, porém há poucas pesquisas voltadas para o uso da reflectância do dossel na pesquisa e produção da soja (Miller et al., 2018).

Neste sentido, objetivou-se por meio deste trabalho, utilizar o sensoriamento remoto agrícola, para estudar por meio de imagens aéreas o índice de vegetação

VARI de plantas de soja em diferentes manejos e doses de calcário na reforma de canavial.

Material e Métodos

A pesquisa iniciada em 1998 está instalada sobre um Latossolo Vermelho eutrófico (Centro de Pesquisa em Cana-de-Açúcar do IAC, Ribeirão Preto), de acordo com delineamento blocos ao acaso com dois tratamentos principais de manejo do solo (convencional e plantio direto), quatro doses de calcário (0, 2, 4 e 6 t ha⁻¹) nas subparcelas (aplicadas em 1998, 2003 e 2008) e 4 repetições no campo, totalizando 32 parcelas experimentais (Figura 1A). Na reforma de 1998 e 2003 foi utilizada a cultivar IAC-Foscarim 31 e na reforma de 2008/09 e 09/10 foram utilizadas as cultivares Monsoy 7211 e Monsoy 7908, ambas com tecnologia *round-up ready*.

Após caracterização inicial, procedeu-se a aplicação do calcário dolomítico, conforme as doses já estabelecidas desde 1998. Foi utilizado calcário de rocha sedimentar da marca Diamante (ensacado) com características semelhantes ao utilizado na última aplicação há 10 anos. Utilizou-se aplicador do tipo “caixote”, o qual foi regulado conforme as doses a serem aplicadas. Na sequência, foram realizadas as operações de incorporação com grade intermediária e arado de aivecas (21-22/09/2018) no tratamento com preparo convencional. As unidades experimentais são de 15 m de largura x 20 m de comprimento, além de 3,0 metros de bordadura entre as doses de calcário. Para a implantação do experimento foi utilizada semeadora-adubadora de 9 linhas modelo COP CA da empresa Tatu Marchesan com espaçamento entre linhas de 0,5 m

Foi semeada a cultivar de soja exigente em fertilidade e de ciclo precoce M soy5947 IPRO mantendo a população de plantas (320 mil plantas por ha). A recomendação de adubação seguiu a exigência para faixa de produtividade acima de 60 sc/ha conforme tabela do Boletim 100 do IAC, baseando-se nos valores médios na camada de 0-20 cm de profundidade no tratamento sem calagem. Os demais tratamentos culturais e controle fitossanitário seguiram recomendação regional.

Como técnica de sensoriamento remoto agrícola, foram realizados voos a cada 15 dias durante o período vegetativo da cultura, utilizando a aeronave remotamente pilotada modelo Inspire 1[®] da marca DJI[®] com câmera RGB.

As imagens capturadas foram processadas na plataforma em nuvem DroneDeploy[®] e, após obtenção do ortomosaico, os valores dos pixels de cada parcela serão extraídos no sistema de informação geográfica QGIS[®] para obtenção do índice de vegetação VARI = índice de vegetação resistente à atmosfera na região do visível utilizando a banda do verde (Gitelson et al., 2002), seguindo fórmula matemática: VARI green = green - red / green + red + blue.

Resultados e Discussão

Na Figura 1B, é possível notar maior vigor inicial (15 DAE - Dias Após a Emergência) nas plantas em condição de plantio direto sobre palhada de cana crua, tal fato pode ser justificado pela retenção de água no sistema solo, acelerando o processo germinativo das sementes, resultando em altos valores do VARI. Além do vigor de plantas, é possível notar a cobertura de palha sobre a superfície do solo, em que um dos alicerces do sistema plantio direto é a manutenção dos resíduos vegetais a cultura anterior, no caso a cana-de-açúcar.

A saúde vegetal das plantas de soja e estabelecimento da cultura em condição de reforma de canavial, independente do manejo de solo e dose calcário, pode ser notada aos 30 DAE na Figura 1C, sendo observada homogeneidade entre os tratamentos primários e secundários testados.

De acordo com as condições climáticas observadas durante o período vegetativo da cultura, é possível notar na Figura 1D, maiores valores do VARI na

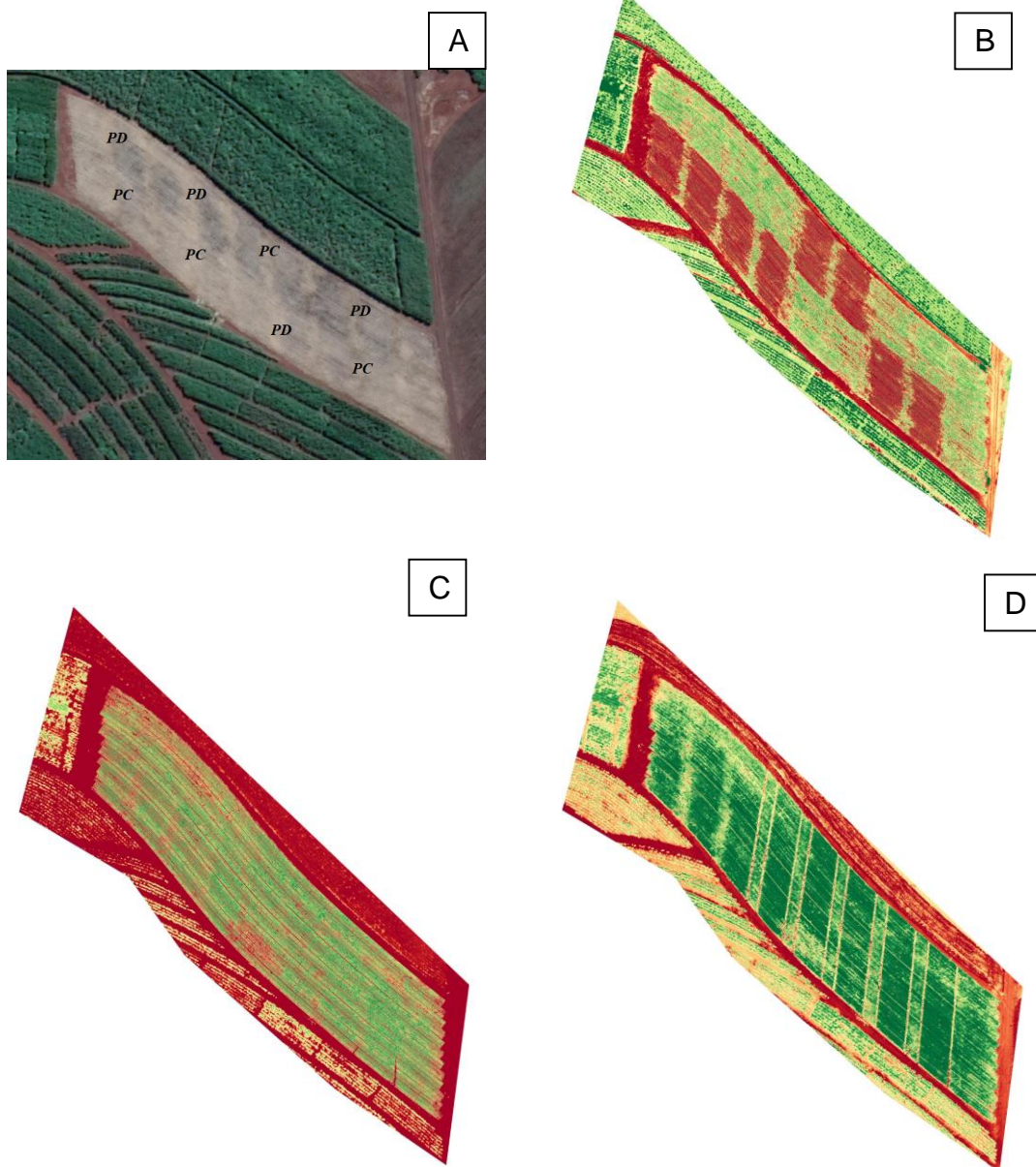
condição de preparo convencional do solo, em que proporcionada maior velocidade no crescimento e distribuição das raízes, na qual possui correlação direta com a saúde da biomassa vegetal.

Conclusão

A técnica de sensoriamento remoto agrícola permitiu ter visão mais ampla sobre o sistema produtivo de soja, sobretudo em condição de reforma de canavial. O sistema de plantio direto, combinado com doses intermediárias de calcário, promove ganhos em biomassa e saúde de plantas de soja.

Referências

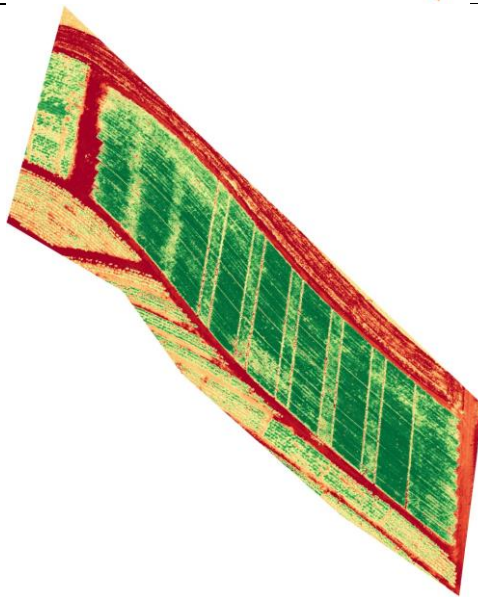
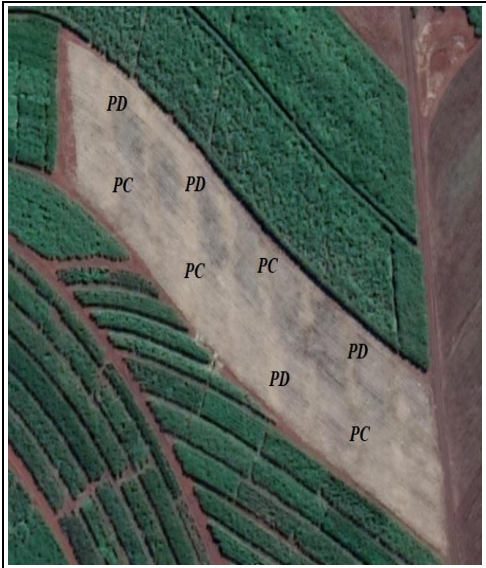
- ABDEL-RAHMAN, E. M.; AHMED, F. B. The application of remote sensing techniques to sugarcane (*Saccharum* spp. hybrid) production: a review of the literature. **International Journal of Remote Sensing**, v. 29, n. 13, p. 3753-3767, 2008.
- AMARAL, L. R. do; MOLIN, J. P. The effectiveness of three vegetation indices obtained from a canopy sensor in identifying sugarcane response to nitrogen. **Agronomy Journal**, v. 106, p. 273-280, 2014.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, v. 5, safra 2017/18, n. 12, décimo segundo levantamento, set. 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/22227_378630c35e68682d6a984ecbd43bfe1d> Acesso em 29 set. 2018.
- GAZZONI, D. L.; DALL'AGNOL, A. **A saga da soja: de 1050 a.C. a 2050 d.C.** Embrapa: Brasília, DF, 2018. 199 p.
- GITELSON, A. A.; KAUFMAN, Y. J.; STARK, R. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. **Remote Sensing of Environment**, v. 80, p. 76-87, 2002.
- JONES, H. G.; VAUGHAN, R. A. **Remote sensing of vegetation: principles, techniques and applications.** Oxford: Oxford University Press, 2010. 353 p.
- MARTINS, G. D.; GALO, M. DE L. B. T. Caracterização espectral da cana-de-açúcar infectada por nematoides e *Migdolus fryanus* por espectrorradiometria de campo. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 21, n. 4, p. 783-796, 2015.
- MILLER, J. J.; SCHEPERS, J. S.; SHAPIRO, C. A.; ARNESON, N. J.; ESKRIDGE, K. M.; OLIVEIRA, M. C. Characterizing soybean vigor and productivity using multiple crop canopy sensor readings. **Field Crops Research**, v. 216, p. 22-31, 2018.
- RICHARDS, J. A. **Remote sensing digital image analysis: an introduction.** Berlin: Springer-Verlag, 1993. 340 p.
- RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; GOLTZ, E.; AULICINO, T. L. I. N. **Uso de imagens de satélites de sensoriamento remoto para mapear a área cultivada com cana-de-açúcar no estado de São Paulo - safra 2009/10.** São José dos Campos, SP: INPE, 2010. 46 p.








VARI	
	0,00001 - 0,00009
	0,0001 - 0,0009
	0,001 - 0,009
	0,01 - 0,09
	0,1 - 0,9

Figura 1. Índice de vegetação VARI de plantas de soja em diferentes manejos e doses de calcário na reforma de canal: arranjo das parcelas no campo (A); VARI aos 15 DAE (B); VARI aos 30 DAE (C); VARI aos 45 DAE (D).

Obs: PD= Plantio direto / PC = Preparo convencional; DAE=Dias após a emergência.



VARI	
	0,00001 - 0,00009
	0,0001 - 0,0009
	0,001 - 0,009
	0,01 - 0,09
	0,1 - 0,9