

Evolução do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da soja em semeadura cruzada e não cruzada

BABOLIM, R.C.G.¹; SIMIONATO, U.R.¹; FERREIRA, A.S.²; WERNER, F.²; IWA-SAKI, G.S.³; NEUMAIER, N.⁴; DEBIASI, H.⁴; FRANCHINI, J.C.⁴; BALBINOT JR., A.A.⁴ | ¹ UNOPAR, Universidade Norte do Paraná, Curso de Agronomia; ² UEL, Universidade Estadual de Londrina, Programa de Pós Graduação em Agronomia; ³ UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Agronomia; ⁴ Embrapa Soja

Introdução

A incidência solar é uma forma de radiação eletromagnética e, quando disposta de acordo com seus comprimentos de onda ou frequências, forma um arranjo contínuo conhecido como espectro eletromagnético (Echer e Souza, 2001). A incidência solar proporciona energia luminosa para a fotossíntese e afeta vários processos fisiológicos das plantas, sendo um fator essencial para determinar o desenvolvimento das plantas de soja. A porcentagem de cobertura do solo pelo dossel das plantas cultivadas é relevante porque afeta a interceptação de radiação, refletindo-se na fotossíntese da comunidade de plantas e, por consequência, na produtividade biológica.

O crescimento das plantas de soja pode ser caracterizado por diversas variáveis, tais como a massa seca, área foliar, altura de plantas e porcentagem de cobertura do solo pelas estruturas da parte aérea das plantas. Todavia, a avaliação dessas variáveis demanda muito trabalho e tempo, além do que, no caso da massa seca, implica na destruição das plantas. Por outro lado, pode-se estimar o fechamento das entrelinhas com uso do aparelho *Green Seeker*[®] 505 *Handheld Sensor*, que é portátil e é equipado com um sensor ativo e não imageador capaz de calcular o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). O NDVI consiste no cálculo da diferença entre emissão e reflexão de dois comprimentos de onda do espectro eletromagnético: infravermelho próximo (0,725-1,1 μm) e vermelho (0,58-0,68 μm), e seu valor varia de -1 a 1, de acordo com a fórmula: $\text{NDVI} = (\rho_{\text{ivp}} - \rho_{\text{v}}) / (\rho_{\text{ivp}} + \rho_{\text{v}})$, onde ρ_{ivp} é a refletância no infravermelho próximo e ρ_{v} é a refletância no vermelho. A medida que a cobertura vegetal e o verde se intensificam o NDVI também aumenta (Lira et al., 2009). Salienta-se que a avaliação do NDVI é rápida e não destrutiva.

Várias pesquisas têm mostrado a pequena resposta da soja às variações de densidade de plantas (Pires et al., 1998; Heiffig et al., 2006; Board e Kahlon, 2013). Esse resultado é atribuído à alta plasticidade fenotípica da cultura (Procópio et al., 2013). A maioria das cultivares de soja disponíveis no mercado apresenta alta capacidade de emissão de ramos, compensando os espaços disponíveis. Em relação ao efeito do espaçamento entre as fileiras, há resultados discrepantes na literatura (Rambo et al., 2003; Heiffig et al., 2006), pois essa resposta tem forte dependência das cultivares e do ambiente de cultivo. Nesse sentido, a escolha do arranjo espacial de plantas na área deve levar em consideração as características das cultivares utilizadas (Edwards e Purcell, 2005).

Nos últimos anos, alguns produtores têm avaliado uma técnica chamada "plantio cruzado" ou "semeadura cruzada", em que metade das sementes é semeada em um sentido, normalmente o que já vem sendo praticado na lavoura, e a outra metade em sentido transversal, ou seja, cruzando as linhas de semeadura, formando um quadriculado. No en-

tanto, na literatura há poucas informações que indiquem o efeito dessa técnica sobre variáveis agrônômicas, bem como sobre a sua interação com a densidade de semeadura e cultivares que apresentam diferentes arquiteturas de plantas.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da semeadura cruzada da soja sobre a evolução do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) durante o ciclo de desenvolvimento, em duas cultivares e três densidades de semeadura.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR, durante o período de outubro de 2013 a março de 2014. Os dados de precipitação e temperatura do ar durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1. O solo da área experimental foi identificado como Latossolo Vermelho distroférrico. A vegetação presente na área experimental foi dessecada quimicamente com glyphosate (1.080 g ha⁻¹) e carfentrazone-ethyl (30 g ha⁻¹).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, em esquema fatorial 2x2x3, com três repetições. Os tratamentos foram formados pela combinação de dois sistemas de semeadura (semeadura cruzada e não cruzada), duas cultivares de soja e três densidades de semeadura (150, 300 e 450 mil sementes viáveis ha⁻¹). As parcelas mediam 10,0 m de comprimento e 5,0 m de largura, totalizando 50 m².

Foram utilizadas as cultivares BRS 359 RR, tipo de crescimento indeterminado e grupo de maturidade relativa 6.0 e BMX Potência RR, tipo de crescimento indeterminado e grupo de maturidade relativa 6,7. A semeadura foi realizada no dia 29/10/2013, a uma velocidade média de 5 km h⁻¹, por meio de semeadora-adubadora equipada com sulcadores do tipo facão guilhotina para o adubo e disco duplo defasado para a semente, e dosadores do tipo disco perfurado com dupla fileira de furos para a semente. As sementes de soja foram tratadas com Vitavax-Thi-

ran 200SC® (150 mL 50 kg⁻¹ de sementes), Co-Mo Platinum® (100 mL 50 kg⁻¹ de sementes) e inoculante líquido Gelfix 5® (100 mL 50 kg⁻¹ de sementes). A adubação de base constou da aplicação de 350 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 250 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, aplicados a lanço, 7 dias antes da semeadura. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi efetuado conforme as indicações técnicas para a cultura.

A avaliação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi realizada aos 27, 35, 43, 49 e 82 dias após a semeadura (DAS), utilizando-se o equipamento *Green Seeker® 505 Handheld Sensor*. Essa avaliação foi realizada na parte central das parcelas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste F e regressão polinomial ($p \leq 0,05$). Para a realização da análise estatística foi utilizado o programa Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Durante o período em que foram realizadas as avaliações de NDVI (27 a 82 DAS), as condições de chuva e de temperatura foram adequadas à cultura da soja (Figura 1), proporcionando alto crescimento vegetativo. A evolução do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) nos dois sistemas de semeadura avaliados apresentou um crescimento linear da cobertura pelas plantas no período avaliado. De forma geral, constatou-se que a menor densidade apresentou menor valor inicial de NDVI em relação às outras densidades, isso se deve a uma menor presença de cobertura vegetal no início do ciclo. Já, aos 82 DAS, que corresponde ao período de enchimento de grãos, os valores de NDVI foram praticamente os mesmos, para todas as densidades.

No início do ciclo de desenvolvimento da cultivar BRS 359 RR, os valores de NDVI foram ligeiramente superiores em sistema de semeadura não cruzada, comparativamente à cruzada. É provável que ao cruzar as linhas de semeadura houvesse um aumento do revolvimento do solo e isso pode ter comprometido a emergência das plantas, diminuindo a co-

bertura vegetal. Por outro lado, a cultivar BMX Potência RR apresentou valores iniciais de NDVI um pouco superiores no sistema de semeadura cruzada, mostrando que para essa cultivar o cruzamento das linhas foi favorável ao crescimento inicial de plantas. Aos 82 DAS, os valores de NDVI nos dois sistemas de semeadura, nas três densidades, para as duas cultivares apresentaram o mesmo valor, indicando que no período de enchimento de grãos a presença de vegetação se iguala, independentemente do arranjo de plantas testado. Isso ocorreu em razão da alta capacidade que a cultura da soja possui em compensar os espaços por meio da emissão de ramos e folhas. Segundo Moreira (2003) a assinatura espectral da vegetação mostra evidente contraste nas porções refletidas e/ou absorvidas entre as regiões do visível, especialmente na faixa do vermelho, e do infravermelho próximo. Esse contraste é proporcional ao vigor da vegetação e a turgidez das folhas, o que resulta em índices NDVI com valores mais acentuados com o passar do tempo e o maior desenvolvimento das plantas. De acordo com Fontana et al. (1998) há alta velocidade de acúmulo de biomassa durante a fase vegetativa da cultura da soja e isso se reflete em aumento acentuado dos valores de NDVI durante o ciclo de desenvolvimento da cultura.

Com isso, é possível observar que os valores de NDVI no início do ciclo são aproximados para as duas cultivares, os dois sistemas de plantio (cruzado e não cruzado) e as três densidades, mas com o desenvolvimento da cultura estes valores tendem a apresentar um mesmo valor no período de enchimento de grãos.

Conclusões

Houve aumento linear do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada entre 27 e 82 dias após a semeadura, nos dois sistemas de semeadura, nas duas cultivares e nas três densidades de semeadura.

No início do ciclo de desenvolvimento, a cultivar BRS 359 RR apresentou valores de NDVI ligeiramente superiores na semeadura não cruzada e a cultivar BMX Potência RR apresentou valores um pouco superiores na semeadura cruzada em relação à não cruzada.

Aos 82 dias após a semeadura – período de enchimento de grãos – o NDVI não foi influenciado pela semeadura cruzada, nem tampouco pelas densidades de semeadura e pelas cultivares, atingindo valores próximos de 1,0.

Referências

- BOARD, J.E.; KAHN, C.S. Morphological responses to low plant population differ between soybean genotypes. **Crop Science**, v.53, p.1109-1119, 2013.
- ECHER, E.; SOUZA, M.P. A Lei de Beer aplicada na atmosfera terrestre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n.3, p.276-283, 2001.
- EDWARDS, J.T.; PURCELL, L.C. Soybean yield and biomass response to increasing plant population among diverse maturity groups: I. Agronomic characteristics. **Crop Science**, v.45, p.1770-1777, 2005.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H. Relação entre o Índice de Vegetação Global e Condições Hídricas no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 8, 1399-1405, 1998.
- HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M.S.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B.; PIEDADE, S.M.S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v.65, n.2, p.285-295, 2006.
- LIRA, V.M.; SILVA, B.B.; DANTAS, N. J.; FARIAS, M.S.S.; BEZERRA, M.V.C.; FRANCO, E.S.; CENTERO, C.R.M. Análise espectral de índice de vegetação em área irrigada com cana. Engenharia Ambiental: **Pesquisa e Tecnologia**, v.6, p.113-120, 2009.
- MOREIRA, M. A. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. **2. ed. Viçosa: Editora UFV**. 2003. 307 p.

PIRES, J.L.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.24, p. 183-188, 1998.

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JR., A.A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de soja de hábito de crescimento indeterminado. **Revista de Ciências Agrárias**, v.56, n.4, p.319-325, 2013.

RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.405-411, 2003.

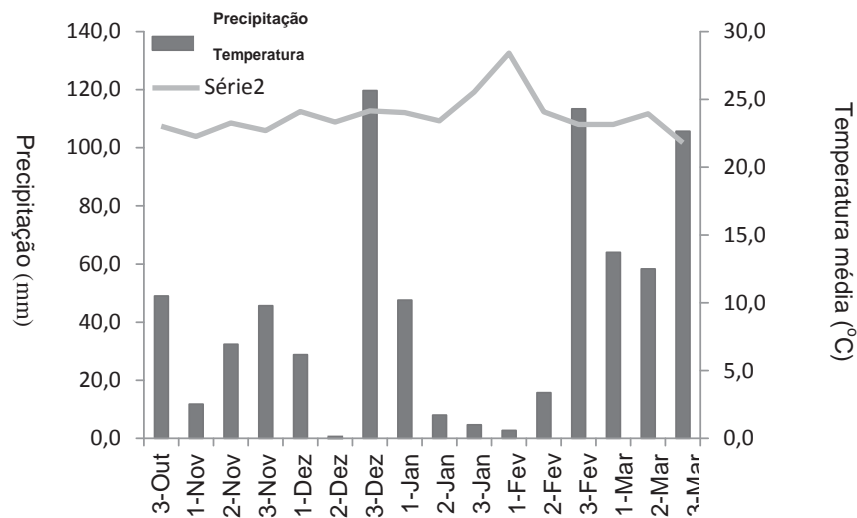


Figura 1. Precipitação pluvial e temperatura média do ar por decêndio, durante a condução do experimento. Londrina, safra 2013/2014.

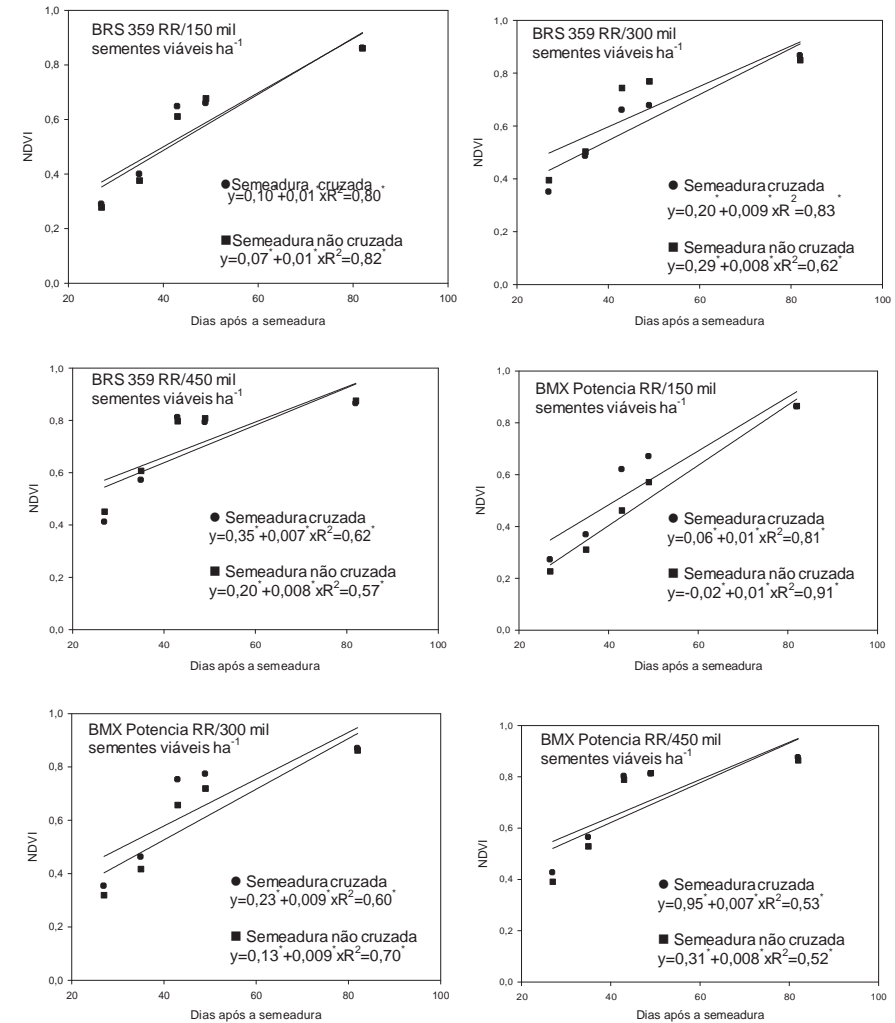


Figura 2. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em semeadura cruzada e não cruzada, duas cultivares (BRS 359 RR e BMX Potencia RR) e três densidades de semeadura (150, 300 e 450 mil sementes viáveis ha⁻¹). Londrina, PR, safra 2013/2014.