

UTILIZAÇÃO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NA DIFERENCIAÇÃO DE CONDIÇÕES DE MANEJO DA CULTURA DA SOJA

TATIANA S. ALMEIDA¹, DENISE C. FONTANA²

¹ Eng^a Agrônoma, Mestre em Sensoriamento Remoto, Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Agronomia/UFRGS. Porto Alegre – RS, Fone: (0 xx 51) 3308-6571, almtatiana@yahoo.com.br.

² Eng^a Agrônoma, Prof^a. Dr^a. Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Agronomia/UFRGS. Porto Alegre – RS

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - Grandarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG.

RESUMO - O Estado do Rio Grande do Sul é um dos grandes produtores nacionais de soja, o que justifica o uso de técnicas de sensoriamento remoto para o monitoramento da cultura em tempo real. O objetivo geral da pesquisa foi analisar as respostas espectrais da cultura da soja ao longo do ciclo, submetida a diferentes sistemas de preparo do solo e níveis de irrigação. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, em Eldorado do Sul. A cultivar utilizada foi a FEPAGRO RS-10, com uma população de 400.000 plantas/ha. Foram realizadas medições de reflectância do dossel de plantas, utilizando o telescópio do espectrorradiômetro marca LI-COR, modelo LI-1800. Os resultados mostraram que o manejo influencia o desenvolvimento das plantas, estando diretamente relacionado às diferenças nas respostas espectrais. Sobre o dossel de soja foram constatadas diferenças de reflectância entre as datas, comprovando ser a reflectância um indicador adequado da condição de crescimento e desenvolvimento das plantas. Os tratamentos irrigados apresentaram valores de reflectância superiores aos não irrigados na porção do infravermelho próximo. Os índices de vegetação foram eficientes no monitoramento da cultura da soja, mas não diferenciaram a condição hídrica.

PALAVRAS-CHAVES: reflectância, monitoramento, espectrorradiômetro.

USE OF VEGETATION INDICES IN THE DIFFERENTIATION OF HANDLING CONDITIONS OF SOYBEAN CROP

ABSTRACT - The state of Rio Grande do Sul is one of the greatest Brazilian soybean producers, which justifies using remote sensing techniques to crop monitoring in actual time. The purpose of this study was to analyze some spectral responses of soybean during the crop cycle, submitted to different tillage systems and irrigation levels. The experiment was carried out in the Estação Experimental Agronômica of UFRGS, in Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil. The cultivar used was the Fepagro RS-10, with a population of 400,000 plants per hectare. Reflectance of plants was measured, using the telescope of a spectroradiometer LI-COR, model LI-1800. The results showed that the management has influenced the plants development which is directly related to the spectral responses. Differences in reflectance above the soybean canopy were found between the dates, showing that the reflectance is an indicator of plant growth and development conditions. The irrigated soybean crops showed higher reflectance values than those of non-irrigated plants in the near infrared portion. The vegetation indices were efficient for soybean monitoring, but not differentiate canopies according water condition and tillage systems.

KEYWORDS: reflectance, monitoring, spectroradiometer.

INTRODUÇÃO

O Estado do Rio Grande do Sul, situado no extremo sul do Brasil, é um dos grandes produtores nacionais de soja, sendo responsável por cerca de 17% da produção nacional. Apesar de grande produtor, as condições hídricas normais do Estado podem ser limitantes à produção desta cultura. Observa-se grande variabilidade interanual do rendimento da soja no Rio Grande do Sul, associado também à alta variabilidade das condições de precipitação pluvial.

Dada à importância econômica e social da cultura da soja e a alta variabilidade dos rendimentos observados no Estado, é relevante o desenvolvimento de técnicas e métodos que possibilitem o monitoramento das condições de desenvolvimento das plantas, na região onde se concentra a produção. Uma das alternativas interessantes e, que têm contribuído muito neste sentido, é o uso de técnicas de sensoriamento remoto orbital, as quais permitem um estudo em escala regional e com adequada periodicidade. Na literatura são abundantes os trabalhos desenvolvidos neste tema, mostrando a contribuição de imagens de satélite em sistemas de previsão de safras, tanto para estimativa de área cultivada e rendimento, como para o acompanhamento da evolução temporal das plantas. Uma forma de dar suporte a essas atividades é a condução de estudos básicos, usando radiometria terrestre. A hipótese deste trabalho é de que práticas de manejo influenciam o crescimento das plantas, provocando alterações nas respostas espectrais das mesmas. O objetivo da pesquisa foi calcular a partir da relação entre a reflectância no vermelho e no infravermelho, os índices de vegetação mais utilizados e verificar a capacidade dos mesmos em diferenciar condições de manejo da cultura da soja no Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido durante o ano agrícola 2003/04 em uma área de 0,5ha, pertencente ao Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Eldorado do Sul, na Região Ecoclimática da Depressão Central. Segundo Bergamaschi et al. (2003) o clima na Estação Experimental Agronômica da UFRGS e áreas circunvizinhas pertence à variedade Cfa (Köppen, 1948) – subtropical úmido com verão quente. Ele se caracteriza pela forma $B_{1r}B'_{3a}$ – mesotérmico úmido, com pouca deficiência hídrica e com evapotranspiração do verão inferior a 48% da total anual (Thorntwaite, 1948).

As medições de reflectância do dossel foram feitas com o telescópio do espectrorradiômetro LI -1800, o qual foi instalado em um tripé, de forma que as medidas foram tomadas a 1m acima do topo da cultura ou da superfície do solo.

A referência utilizada foi uma placa lambertiana, cujo espectro de reflectância é conhecido, marca Labsphere modelo SRT-50-050.

As medições foram realizadas em dias de céu com ausência de nebulosidade (preferencialmente), entre 11 e 13h (horário local), quando o ângulo de elevação solar é superior a 75°. A reflectância do dossel de soja foi calculada a partir da razão entre a medida de radiância do dossel e da radiância da placa de referência, realizada imediatamente após. Para cada um dos tratamentos foram feitas três medições (repetições). As determinações de dossel ocorreram em quatro datas: 7 de janeiro, 2 e 9 de março e 20 de abril de 2004 (41, 95 102 e 144 DAE, respectivamente).

Com os valores da reflectância medidos nas faixas de comprimento de ondas correspondentes ao vermelho (630-690nm) e ao infravermelho próximo (760-900nm) do espectro eletromagnético, comprimentos compatíveis com os satélites de recursos naturais mais utilizados, foram determinados alguns dos índices de vegetação, os quais freqüentemente aparecem na

literatura: Razão Simples (SR) (Rouse et al., 1973), Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (Rouse et al., 1973), Índice de Vegetação Transformado (TVI) (Rouse et al., 1974), Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (SAVI) (Huete, 1988).

Os índices de vegetação foram avaliados nos diferentes tratamentos, para o teste de comparação de médias entre tratamentos foi utilizado o programa estatístico SAS, considerando o nível de probabilidade de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 foram plotados os valores dos quatro índices de vegetação determinados em função de dias após a emergência (DAE), o que é denominado de perfil temporal. Estes índices são muito utilizados em monitoramento regional da biomassa feito com imagens de satélite, pois evidenciam as variações temporais da biomassa. Para todos os índices de vegetação foi observado um padrão semelhante, porém com diferentes valores, devido à faixa de variação de cada um deles. Os índices apresentaram valores menores no início do ciclo, aumentaram com o crescimento das plantas e diminuíram com a senescência, ao final do ciclo.

Na Tabela 1 são apresentados os valores dos índices de vegetação para a cultura da soja nas três datas (41, 102 e 144 DAE) em que não houve dados faltantes, nas diferentes condições de preparo e de irrigação, assim como o teste das diferenças entre os índices (teste *Least Significant Difference* - LSD ao nível de significância de 5%).

Verificou-se que houve interação entre sistema de manejo e época de avaliação, evidenciando que os sistemas de manejo influenciaram de maneira diferente durante o período de avaliação. Aos 102 DAE foram observados os maiores valores em todos os índices testados, o que esteve associado com o pleno desenvolvimento da cultura. Neste dia os valores diferiram estatisticamente dos demais. Para a maioria dos índices houve, ainda, diferença estatística entre o primeiro (41 DAE) e o último dia de medição (144 DAE) (Tabela 1).

Na Figura 1 observa-se que, para todos os índices de vegetação, a tendência foi dos tratamentos irrigados apresentarem valores maiores quando foram comparados aos tratamentos não irrigados. Este tipo de resposta espectral já era esperado, visto que os tratamentos irrigados apresentaram maior crescimento da vegetação. Analisando somente o fator irrigação, evidenciou-se diferença significativa entre as médias de todos os índices de vegetação testados ao nível de 5% de significância, sendo a condição hídrica a maior causa da variação. A média dos tratamentos irrigados foi significativamente superior àquela dos não irrigados. Entretanto, os índices testados não permitiram diferenciar estatisticamente os níveis de irrigação entre os sistemas de manejo.

No início do ciclo (41 DAE) a tendência mostrada na Figura 1 foi do sistema de preparo convencional apresentar os maiores valores de índice de vegetação do que em plantio direto. Verifica-se, no entanto, que neste dia as diferenças entre os sistemas de preparo do solo foram estatisticamente significativas somente para o SAVI (Tabela 1). Para o SR, NDVI e TVI as diferenças não foram significativas.

Aos 102 DAE para os quatro índices testados não foram observadas diferenças estatisticamente significativas (Tabela 1).

A 144 DAE, quando as plantas encontravam-se em senescência, índices de vegetação apresentaram queda acentuada, sendo observados valores inferiores aos observados no início do ciclo (Figura 1). Nesta data de medição, por consequência da condição de planta, a tendência foi inversa às datas anteriores. O tratamento DI apresentou valores superiores ao CI. Quando foram comparados apenas os sistemas de preparo do solo (direto e convencional), foram observadas diferenças estatisticamente significativas, sendo que o sistema de plantio direto apresentou médias superiores às do sistema de preparo convencional nos índices NDVI, TVI e SAVI (Tabela 1).

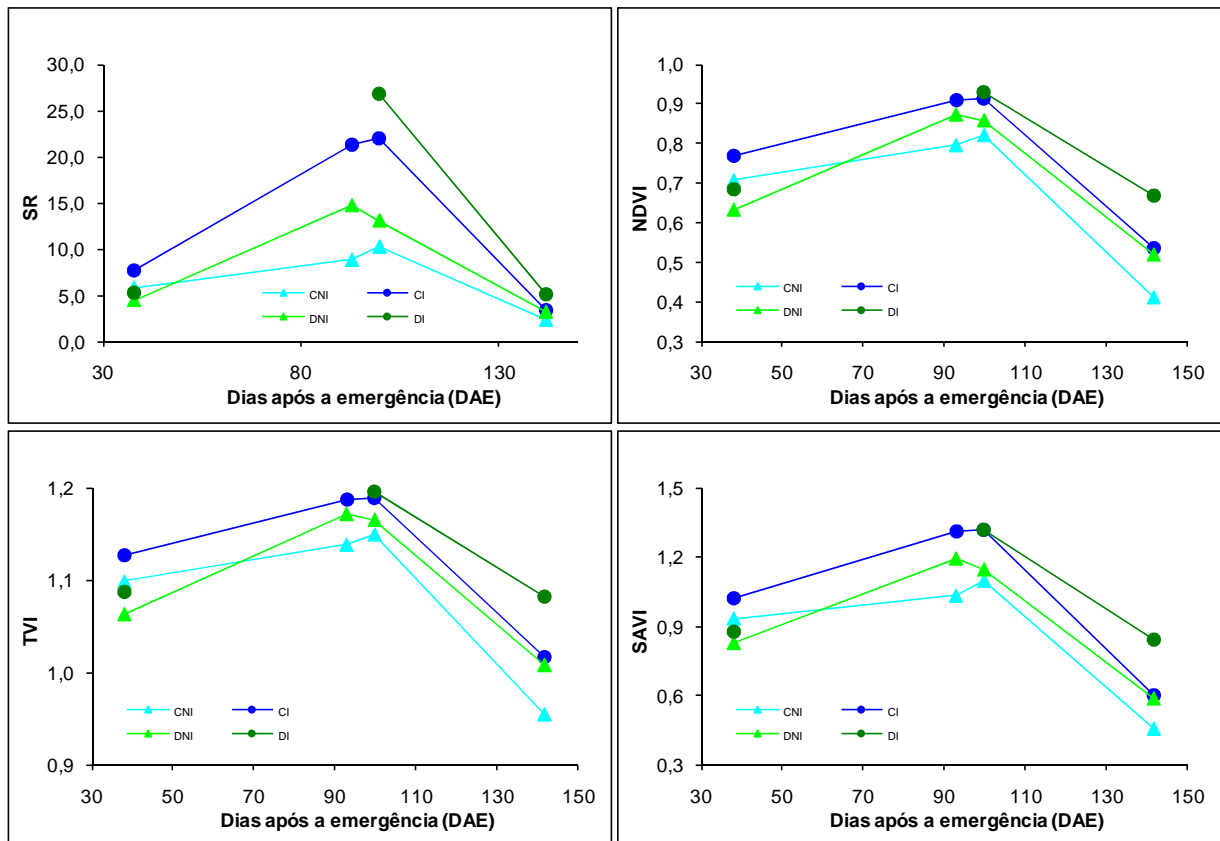


FIGURA 1. Índices de vegetação SR, NDVI, TVI e SAVI, para dossel de soja submetida aos tratamentos: plantio direto irrigado (DI) e não irrigado (DNI), preparo convencional irrigado (CI) e convencional não irrigado (CNI), em relação aos dias após a emergência (DAE). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2003/04.

TABELA 1. Teste de diferença de médias para os índices de vegetação (SR, NDVI, TVI e SAVI) para a cultura da soja submetida a diferentes sistemas de preparo do solo (C - convencional e D - direto) ao longo do período experimental (41, 102 e 144 DAE – dias após a emergência) EEA-UFRGS, Eldorado do Sul – RS, 2003/04.

SR			NDVI			TVI			SAVI						
Sist	DAE	média	Sist	DAE	média	Sist	DAE	média	Sist	DAE	média				
C	41	0,838	b	C	41	0,740	b	C	41	11,130	b	C	41	0,978	b
C	102	11,880	a	C	102	0,868	a	C	102	11,696	a	C	102	12,088	a
C	144	0,454	c	C	144	0,746	c	C	144	0,987	c	C	144	0,530	c
D	41	0,703	b	D	41	0,664	b	D	41	10,780	b	D	41	0,866	b
D	102	12,895	a	D	102	0,895	a	D	102	11,811	a	D	102	12,131	a
D	144	0,598	b	D	144	0,591	b	D	144	10,436	b	D	144	0,711	c
C	41	0,838	a	C	41	0,740	a	C	41	11,130	a	C	41	0,978	a
D	41	0,703	a	D	41	0,664	a	D	41	10,780	a	D	41	0,866	b
C	102	11,880	a	C	102	0,868	a	C	102	11,696	a	C	102	12,088	a
D	102	12,895	a	D	102	0,895	a	D	102	11,811	a	D	102	12,131	a
C	144	0,454	a	C	144	0,476	b	C	144	0,987	b	C	144	0,530	b
D	144	0,598	a	D	144	0,591	a	D	144	10,436	a	D	144	0,711	a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste LSD (*Least Significant Difference*) ao nível de significância de 5%.

CONCLUSÕES

Todos os índices de vegetação testados são eficientes em monitoramento da cultura da soja. Mas nenhum deles diferenciou, estatisticamente, dosséis segundo a condição hídrica e sistemas de preparo do solo (convencional e direto) combinados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMASCHI, H. et al. **Clima da Estação Experimental da UFRGS** (e Região de Abrangência). Porto Alegre: UFRGS, 2003. 78p.

HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment.**, Basingstoke v. 25, p. 295-309, June, 1988.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478p.

ROUSE, J. W. et al. **Monitoring the vernal advancement of retrogradation of the natural vegetation**. Grenbelt, MD : NASA/GSFC, 1974. 371p. Type III. Final Report.

ROUSE, J. W. et al. Monitoring Vegetation systems in the great plains with ERTS. In: NASA ERTS SYMPOSIUM, 3, 1973, Maryland. **Anais...** Washington D.C, 1973. v.1, p.309-317.

THORNTHWAITE, C.M. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**. New Work, v. 38, p. 55-94, 1948.