

ASSOCIAÇÃO ENTRE TEOR DE CLOROFILA NA FOLHA E A REFLECTÂNCIA DA CULTURA DA SOJA EM DISTINTAS CONDIÇÕES DE MANEJO

Tatiana Silva de Almeida¹, Denise Cybis Fontana², Lucieta Guerreiro Martorano³,
Homero Bergamaschi², Genei Antonio Dalmago⁴

ABSTRACT - The objective of this study was to relate the chlorophyll content in soybean leaves and the crop reflectance in different conditions of soil and water management. The experiment was conducted in Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul State, Brazil, with soybeans cropped under conventional tillage and no-tillage systems, in irrigated and no-irrigated conditions. The measurements of reflectance and chlorophyll content were done using a LI-1800 spectroradiometer, and a spectrophotometer Beckman DU-65 in two distinct stages during the crop cycle. The results showed that the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) has a good association to chlorophyll content in soybean leaves. This index (NDVI) could be used as a plant growth indicator in regional agro monitoring systems, if adjusting models for estimating the chlorophyll content in soybean leaves.

INTRODUÇÃO

Considerando a importância da cultura da soja e a alta variabilidade dos rendimentos no Rio Grande do Sul, diversos esforços têm sido desenvolvidos no sentido de gerar informações que possam subsidiar sistemas de monitoramento agrícola. O teor de clorofila presente nas folhas tem sido apontado como um indicador tanto do estado hídrico como do próprio processo fotossintético (Pereira, 2001; Martorano, 2004). Técnicas de sensoriamento remoto orbital têm sido uma contribuição importante neste contexto, pois permitem o monitoramento das condições de desenvolvimento das plantas em escala regional e com adequada periodicidade. Para isso, entretanto, é necessária a condução de estudos básicos, usando radiometria terrestre, nos quais é possível estabelecer relações úteis entre as respostas espectrais e parâmetros de crescimento das plantas.

O objetivo deste trabalho foi identificar padrões de assinatura espectral da soja, relacionando-a com teores de clorofila na folha sob diferentes condições de preparo do solo e de disponibilidade hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados apresentados neste trabalho fazem parte de um conjunto de medições obtidas em um experimento conduzido durante o ano agrícola 2003/2004 em uma área de 0,5ha, na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A cultivar utilizada foi a Fepagro-RS10, de ciclo tardio, semeada em 20/11/2003, com espaçamento de 0,40 m entre linhas e população de 300 mil plantas ha⁻¹. Durante o desenvolvimento da cultura foram realizadas campanhas de monitoramento para avaliar a reflectância da radiação nas plantas, sob diferentes condições hídricas e sistemas de manejo do solo: plantio direto (PD) e preparo convencional (PC)

irrigado (I) e não irrigado (NI). Os dados apresentados neste trabalho referem-se às campanhas realizadas nos dias 9/03 e 20/04/2004.

Para aquisição dos dados espectrais, utilizou-se o espectrorradiômetro portátil marca LI-COR modelo 1800, cedido pela EMBRAPA-Trigo, o qual permitiu a obtenção de valores de radiação na faixa de 300 a 1.100nm, com uma resolução espectral de 2nm. O espectrorradiômetro foi instalado em um tripé com as medidas tomadas a 1m acima do topo da cultura. Para a obtenção do fator de reflectância, utilizou-se valores espectrais de uma placa de referência plana, de espectro de reflectância conhecido, marca Labsphere, modelo SRT-50-050. As medições foram realizadas em dias de céu limpo, entre 11 e 13h local, ou seja, com ângulo de elevação solar superior a 75°, totalizando três medições por tratamento. Em cada ponto amostral da energia refletida pelo dossel foi medida, imediatamente após, a energia refletida pela placa de referência. Utilizou-se valores de reflectância compatíveis com as bandas do vermelho do Landsat TM (630 e 690nm) e do infravermelho (760 e 900nm) para o cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

Foram utilizados dados de índices de área foliar (IAF) dos dias de coletas, estimados pelo modelo em função de dias após a emergência (DAE), estabelecido por Martorano et al. (2005). As medidas dos teores de clorofila *a* e *b* foram obtidas a partir da determinação da absorvância nos comprimentos de onda 649 e 665nm, usando um espectrofotômetro marca Beckman, modelo DU-65. Para tanto, foram coletados de 5 discos foliares de 1 cm de diâmetro de cada folíolo, com três repetições, sendo o material armazenado, mergulhado em álcool a 96° (P.A), por 4 dias ao abrigo de luz, calor e umidade excessivos (Martorano et al., 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as condições da planta no dia 9/03/04, verificou-se que, na faixa do visível, praticamente não foram perceptíveis diferenças nas reflectâncias entre os sistemas de manejo (Figura 1). Por outro lado, foi no infravermelho, a partir de 800nm, que se verificaram as maiores diferenças: Martorano et al. (2004) observaram em 11/03/04 valores de potenciais mínimos da água na folha menores em plantio direto irrigado do que no plantio convencional não irrigado, o que foi atribuído a maior manutenção de folhas, coerente com a maior reflectância obtida neste trabalho. Nos tratamentos irrigados a reflectância no infravermelho ultrapassou 50%, com os maiores valores em preparo convencional irrigado. Nas parcelas não irrigadas a reflectância ficou abaixo de 47%, com valores mais elevados a soja em plantio direto. Neste dia a cultura encontrava-se em plena floração, com

¹ Mestranda em Fitotecnia/Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Bolsista CAPES. almtatiana@yahoo.com.br

² Professor Dr. Faculdade de Agronomia, UFRGS. Bolsista CNPq.

³ Embrapa Solos. Doutoranda em Fitotecnia/Agrometeorologia na UFRGS. martolg@yahoo.com.br

⁴ Eng. Agrº, Dr. Faculdade de Agronomia/UFRGS. Bolsista PD/CNPq. gdalmago@yahoo.com.br.

índice de área foliar (IAF) acima de 4 e com um elevado contraste entre as reflectâncias dos tratamentos (Figura 1). No dia 20 de abril, ao final da fase de enchimento de grãos, como consequência da senescência das plantas e da maior contribuição do solo em função do baixo IAF, houve um menor contraste entre as duas porções do espectro, com reflectâncias no infravermelho abaixo de 40% (Figura 1).

O índice de área foliar e os teores de clorofila *a* e *b* mostraram uma relação diretamente proporcional (Figura 2a) e semelhante ao padrão encontrado para a cultura do milho (Pereira, 2001).

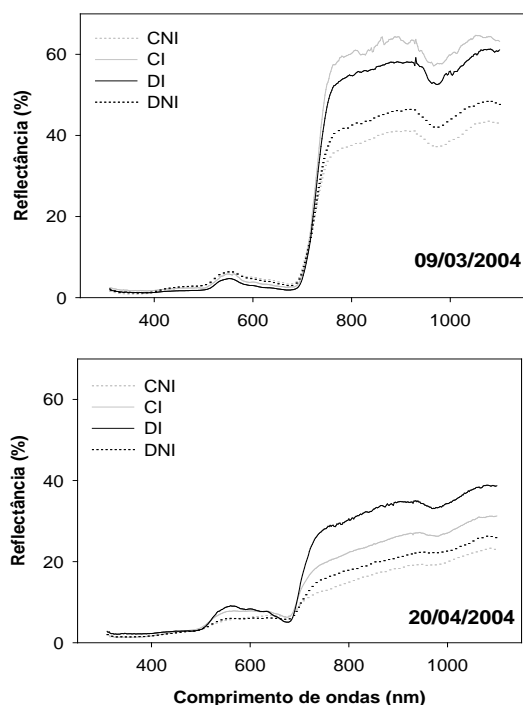


Figura 1. Reflectância espectral da soja em 09 de março e 20 de abril, nos sistemas: CNI e CI (convencional não irrigado e irrigado); DNI e DI (direto não irrigado e irrigado). Eldorado do Sul, RS, 2003/04.

Verificou-se uma diminuição de reflectância na faixa do vermelho (dentro da faixa visível), associada a um aumento de absorção pelas clorofilas *a* e *b*, cujos picos de absorção se dão em 649 e 665nm, respectivamente (Figura 2b). Padrão inverso foi observado na faixa do infravermelho (Figura 2c), em que a reflectância e os teores das clorofilas *a* e *b* mostraram uma relação diretamente proporcional. Entretanto, o aumento de reflectância no infravermelho pode ser atribuído a um maior espalhamento da radiação ao nível de mesófilo, provocado pelo aumento de IAF (Steffen & Moraes, 1993), não estando condicionado a aumento dos teores de pigmentos. Os coeficientes de correlação entre os teores das clorofilas *a* e *b* e o índice de área foliar, as reflectâncias nas faixas do vermelho e do infravermelho, bem como o NDVI em soja sob diferentes condições de manejo de solo e água são apresentados na Tabela 1.

O NDVI calculado a partir da reflectância do vermelho e do infravermelho mostrou elevada associação com o teor de clorofila em plantas de soja. A partir do ajuste de funções, esse índice pode ser

utilizado como um indicador do crescimento das plantas, em sistemas de monitoramento de sistemas de produção agrícola.

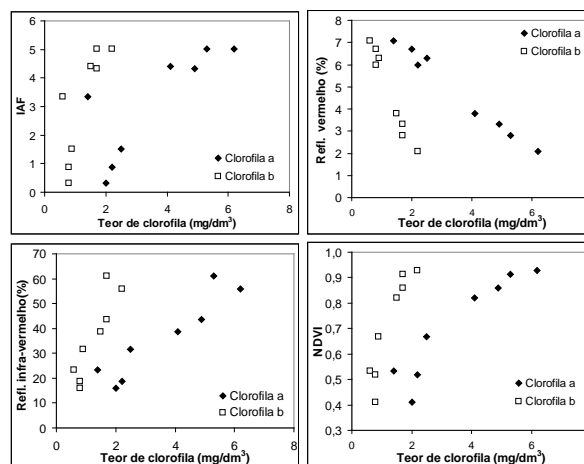


Figura 2. Teores das clorofilas *a* e *b* em relação ao IAF, ao NDVI e as reflectâncias no vermelho e no infravermelho em plantas de soja em distintas condições de manejo.

Tabela 1. Correlação entre teores de clorofila *a* e *b* e índice de área foliar (IAF), reflectâncias no vermelho (Rv) e no infravermelho (Ri) e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) em plantas de soja em distintas condições de manejo.

Clorofila <i>a</i>	IAF	RV	RI	NDVI
Convencional	0,711	-0,995	0,939	0,933
Direto	0,988	-0,992	0,961	0,956
Todos	0,804	-0,992	0,930	0,935
Clorofila <i>b</i>	IAF	RV	RI	NDVI
Convencional	0,704	-0,996	0,902	0,933
Direto	0,983	-0,991	0,961	0,951
Todos	0,802	-0,984	0,899	0,920

REFERÊNCIAS

- Martorano, L. G., Dalmago, G. A., Bergamaschi, H., et al. Potencial da água e teor de clorofila em folhas de soja em resposta a sistemas de cultivo e irrigação. In: X Reunión Argentina y IV Reunión Latinoamericana de Agrometeorología. Mar del Plata. 2004 (CD-ROM).
- Martorano, L. G., Dalmago, G. A., Bergamaschi, H., et al. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da soja na região subtropical do Brasil, determinado em lisímetro de pesagem. In: X Reunión Argentina y IV Reunión Latinoamericana de Agrometeorología. Mar del Plata. 2004 (CD-ROM).
- Pereira, P. G. Indicadores fisiológicos relacionados à fotossíntese do milho sob déficit hídrico. 2001. 100f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001, 100f.
- Steffen C. A, Moraes, E. C, Introdução a Radiometria, VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, 1993.