

ASSINATURAS ESPECTRAIS DE QUATRO VARIEDADES DE SOJA

José da S. Madeira Netto, Michikazu Fukuhara e Waldo Expinoza
EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Km 18 BR 020 Rodovia Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 70.0023 - 73.300-Planaltina-DF-Brasil

RESUMO

Para determinar as características espectrais da cultura da soja, foram realizados medições radiométricas em quatro estágios de crescimento das variedades Doko, Cristalina, UFV-1 e IAC-2 sob condições de irrigação e de déficit hídrico durante 24 dias, iniciados no 68º dia após o plantio. Foi usado um espectraloradiômetro portátil ABBE SEKKEI mod. 2701 que permite leituras em 10 comprimentos de onda. As diferenças de reflectância observadas entre as variedades sugerem ser possível discriminar através de análise radiométrica as variedades estudadas. O verânico simulado embora suficiente para determinar quedas de produtividade não promoveu alterações significativas nos níveis de reflectância em nenhuma das variedades. As análises de regressão efetuadas indicam a possibilidade de estimar biomassa e produtividade da soja através de suas características espectrais.

SUMMARY

Radiometric measurements of Doko, Cristalina, IAC-2 and UFV-1, soybean varieties were conducted using a portable spectroradiometer in four stages of growth. Two soil moisture regimes were considered: continuous irrigation and a 24 day water stress period started 68 days after planting. Differences in reflectance suggested to be possible discriminate the soybean varieties. The water stress although strong enough to cause reduction in the productivity did not determine statistically significant changes on reflectance in any of the wavelength considered. The regression analysis conducted indicated the possibility of biomass and productivity estimations based on some soybeans reflectance characteristics.

INTRODUÇÃO

Dentre as potencialidades de uso apresentadas pelas imagens multiespectrais, podem ser mencionadas a identificação de culturas, a estimativa de produtividade e conseqüentemente previsões de safra. Para que isto possa ser alcançado é fundamental conhecer as características espectrais, suas variações temporais e relações com as condições físicas e fisiológicas das plantas. A reflectância espectral da radiação solar de folhas tem sido extensivamente estudada (Moss, R.A. et al 1952, Gates 1970, Wiegand et al 1972). Estes estudos mostram ser possível dividir a reflectância em três regiões de características bem distintas: Visível, infravermelho próximo e infravermelho distante. Nos comprimentos de onda correspondente ao visível (400 a 700nm) ocorre grande absorção pelos pigmentos, principalmente clorofilas e carotenoides, com consequen-

tes baixos valores de reflectância. As ondas de comprimento na faixa do infravermelho próximo (700 a 1300nm), em contrapartida, são muito pouco absorvidas, apresentando níveis de reflectância em geral superiores a 50%. Este fenômeno está relacionado às características da estrutura do mesófilo das folhas. Comprimentos de onda do infravermelho distante (1300 a 2600nm) tem faixas de absorção ou variam de moderada a alta, dependendo fundamentalmente do teor de água nas folhas. Bandas de absorção ocorrem a 1430, 1950 e 2600nm.

Esta interação matéria-energia existente ao longo do espectro é que possibilita as discriminações entre diferentes tipos de cobertura vegetal. Rao et al (1978) estudando reflectância em bandas estreitas da faixa espectral de 350 a 1850 nm foi capaz de separar algumas espécies e mesmo culturas de cereais. Collins (1970) também mostrou ser possível, através da análise

se de reflectância no vermelho e infravermelho próximo, distinguir culturas que produzem grão, como trigo e sorgo, de outras que não produzem como alfafa. Alguns outros trabalhos confirmam a potencialidade de dados espectrais para este fim (Sinclair et al 1971, Kanamasu 1974). A literatura registra ainda relações entre índices de reflectância, o grau de biomassa e a produtividade das culturas. Kanamasu (1974) encontrou coeficientes de correlação que variam de 0,75 a 0,96 entre índices de área foliar e a razão de reflectância entre os comprimentos de onda 545 e 655nm e de 0.64 a 0.98 entre o índice de área foliar e o infravermelho próximo (750nm) para trigo, soja e sorgo. Para gramíneas destinadas à pastejo, Pearson et al (1976) encontrou também boas correlações entre a biomassa e a razão de reflectância entre o infravermelho próximo (800nm) e o vermelho (680nm). Ótimas correlações foram encontradas por Fukuhara et al (1978) para o logaritmo da razão de reflectância a 850 e 650nm, níveis de biomassa e produtividade em selecionados estágios fenológicos do trigo. Estes trabalhos têm mostrado, entretanto, não existir euações universais que possibilitem estabelecer relações válidas para todas as culturas. Pelo contrário, as relações encontradas variam em função das espécies e mesmo do solo que serve de substrato para a vegetação.

Neste trabalho busca-se estabelecer as características espectrais de quatro variedades de soja em quatro estágios de desenvolvimento, o efeito de um veranico sobre estas características, bem como estabelecer relações estatísticas entre alguns índices de reflectância e produtividade e a biomassa das culturas estudadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Quatro variedades de soja, Cristalina, Doko, IAC-2 e UFV-1 foram submetidas a dois tratamentos (veranico e ausência de veranico) com três repetições num desenho experimental de parcelas subdivididas perfazendo um total de 24 talhões experimentais de 8m x 4.60m cada, em um solo classificado como Latosol Vermelho Escuro, distrófico, argiloso. O experimento foi localizado no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados em Planaltina, DF.

O tratamento "veranico" consistiu na supressão da água de irrigação por um período de aproximadamente quatro semanas, 64 dias após o plantio.

No tratamento "sem veranico" a água foi fornecida em quantidades adequadas durante todo o ciclo da cultura. Todas as parcelas foram adubadas com 80 kg/ha de K₂O, 100 kg/ha de P₂O₅, 100 kg/ha de N, 3 kg/ha de ZnO, 8 kg/ha de MgO e 10 kg/ha de FTE BR-12.

Para a determinação das reflectâncias espectrais foi usado um espectro radiômetro portátil ABE SEKKEI mod. 2701. O instrumento era mantido a aproximadamente 1.65 metros da superfície do solo e localizado a 3 metros de distância do alvo. Foram feitas medições radiométricas nos comprimentos de onda 450nm, 500nm, 550nm, 650nm, 750nm e 850nm. Simultaneamente às leituras dos canteiros experimentais foram feitas leituras de um alvo branco (Sulfato de Bário), o que permitiu o cálculo de reflectância.

As leituras foram iniciadas no 50º dia após o plantio e espaçadas cerca de 3 semanas perfazendo um total de 4 leituras por canteiro. Foram realizadas sob condições de luz natural entre os horários de 9:30 e 12:00 hrs. No mesmo dia das leituras espectrais, foram determinados os índices de área foliar através de medições da área foliar de plantas representativas de cada canteiro, usando-se um planímetro óptico. Foi feito também o acompanhamento da fenologia da cultura, sendo determinadas as datas de ocorrência de 13 estágios de desenvolvimento da cultura definidos conforme segue:

Emergência de folhas unifoliadas (V0) desenvolvimento da primeira folha trifoliada (V1); planta com quatro nodos (V2); planta com seis nodos (V3); começo da floração (R4); floração completa (R5); começo do desenvolvimento de vagens (R55); crescimento rápido das vagens (R6); vagem com 2cm em um dos quatro nodos superiores (R7); se mentes começando a se desenvolver em um dos quatro nodos superiores (R8); vagem com grãos verdes completamente desenvolvidos em um dos 4 nodos superiores (R9); maturação fisiológica (R10); maturação de colheita (11).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução das quatro variedades de soja entudadas estão apresentadas nas Figs. 1a e 1b. Seus quatro estágios vegetativos são coincidentes. Entretanto, os estágios reprodutivos são alcançados mais cedo nas variedades IAC-2 e UFV-1, que apresentaram quando irrigadas coincidência nos estágios de desenvolvimento durante quase todo o ciclo. Para os canteiros submetidos a

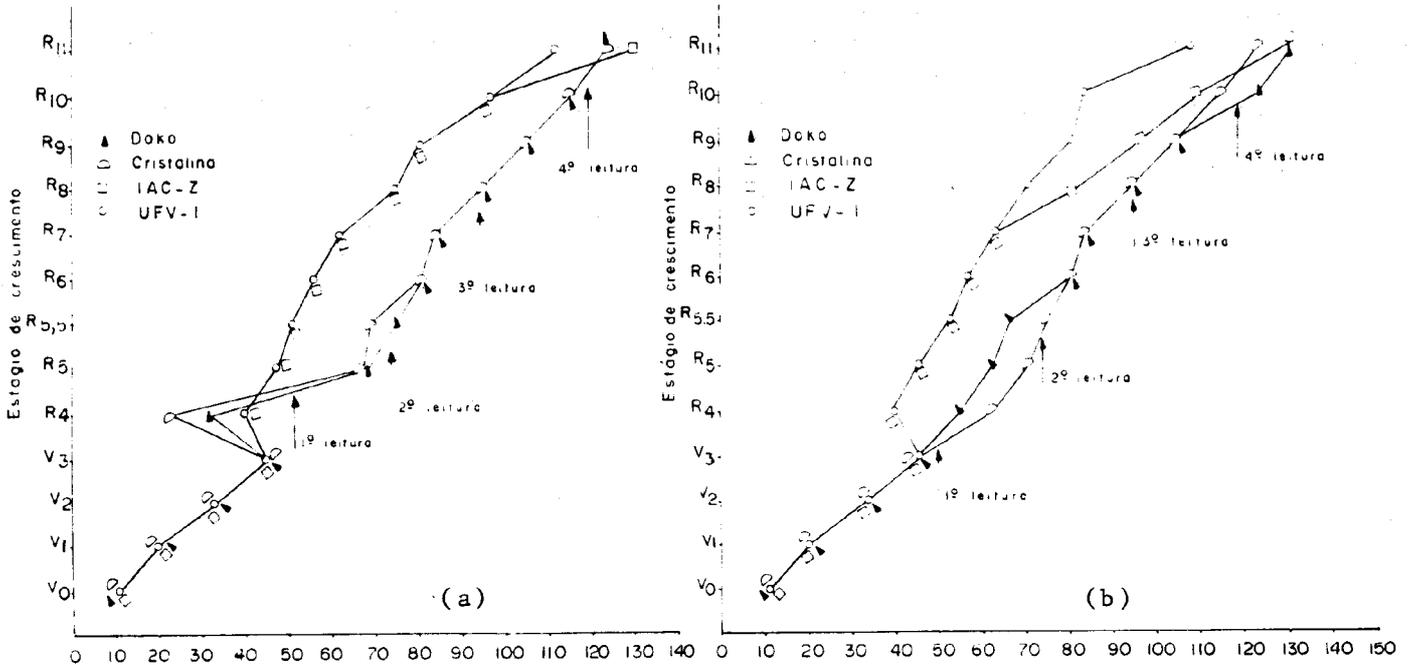


Fig. 1 - Fenologia de quatro variedades de soja sem déficit hídrico (a) e com veranico simulado (b).

corde na irrigação houve um certo re-
tardamento na evolução da IAC-2 a par-
tir do momento que as vagens em um
dos 4 nodos superiores atingiram 2 cm
(R7) a partir deste momento seus está-
gios de desenvolvimento aproximaram-
se mais das variedades Doko e Crista-
lina do que da UFV-1. As variedades
Doko e Cristalino evoluíram ao longo
do ciclo de forma muito semelhante.
Diferenças significativas entre estas
duas variedades ocorreram no começo
da floração quando a variedade Doko
foi cerca de 20 dias mais precoce que
a Cristalina nos canteiros submetidos
a irrigação permanente. Nos canteiros
com déficit de umidade ocorreu um re-
tardamento a alcançar os estágios R4,
R5 e R55 da variedade Doko em relação
à Cristalina de cerca de uma semana.
Porém a maturação fisiológica e de co-
lheita foi observada cerca de 7-9 dias
mais tarde nesta última. As da-
tas em que efetuadas as leituras ra-
diométricas estão assinaladas nas
Figs. 1a e 1b. Conforme pode ser nota-
do, na época do primeiro ciclo de lei-
turas a variedade Cristalina apresen-
tava-se ainda em estágio vegetativo.
Na variedade Doko já apareciam flores
em mais de 50% das plantas, enquanto
que as variedades mais precoces se en-
contravam em estágio bem mais avança-
do, caracterizado pelo início do de-
senvolvimento das vagens. Nas parce-
las irrigadas, as duas variedades mais
precoces encontravam-se em estágio in-
termediário entre os níveis R55 e R5
enquanto as variedades de ciclo mais
longo ainda não haviam iniciado os es-

tágios reprodutivos. Por ocasião do se-
gundo ciclo de leituras, nas parcelas
irrigadas permanentemente, as varia-
des Doko e Cristalina encontravam-se
no início do desenvolvimento das va-
gens enquanto que as plantas IAC-2 e
UFV-1 já possuíam sementes começando a
se desenvolver em um dos quatro nodos
superiores. Nas parcelas com déficit
de água, as plantas da variedade UFV-1
se encontram no estágio mais avançado
já tendo ultrapassado o nível R8 carac-
terizado pelo começo do desenvolvimen-
to de grãos nas vagens localizadas em
um dos quatro nodos superiores, o que
não podia ser ainda observado na varie-
dade IAC-2. As variedades Doko e Cris-
talina encontravam-se respectivamente
nos estágios R55 e intermediário entre
R6 e R55.

No 96º dia do ciclo, quando foi
realizado o terceiro ciclo de medições
as variedades Doko e Cristalina apre-
sentaram-se com sementes começando a
se desenvolver em um dos quatro nodos
superiores nos plotes com irrigação
permanente e com déficit de umidade.
As plantas UFV-1 nos dois níveis de ir-
rigação encontravam-se já fisiológica-
mente maduras com mais de 50% das fo-
lhas amarelecidas, da mesma forma que
a IAC-2 irrigada. Nas parcelas não ir-
rigadas esta variedade apresentava-se
um pouco mais atrasada. No último dia
de leitura as plantas Doko e Cris-
talina encontravam-se fisiologicamente ma-
duras a UFV-1 madura para colheita e a
IAC-2 em estágio intermediário nos plo-
tes sem déficit de água. Nas parcelas
sujeitas a veranico a UFV-1 também es-

tava madura para colheita, a IAC-2 e a Doko em nível intermediário entre a maturação fisiológica e a de colheita e a Cristalina quase alcançando a maturação fisiológica. Associando-se a esta diferença nos ciclos vegetativos das variedades o fato da água de irrigação ter sido suspensa no 64º dia após o plantio o prejuízo deste veranico simulado foi distinto para os diferentes tratamentos. Assim enquanto

para as variedades Cristalina e UFV-1 foram verificadas perdas intermediárias na produção de cerca de 45%, a variedade IAC-2 sofreu uma perda de 83% e a Doko de apenas 17% (Tabela 1). A variação do índice de área foliar (IAF) nas quatro datas de medições radiométricas pode ser verificada na Tabela 2. O IAF evoluiu até o dia 01/06 para todas as variedades decrescendo a seguir.

TABELA 1
PRODUÇÃO MÉDIA DAS VARIEDADES DE SOJA

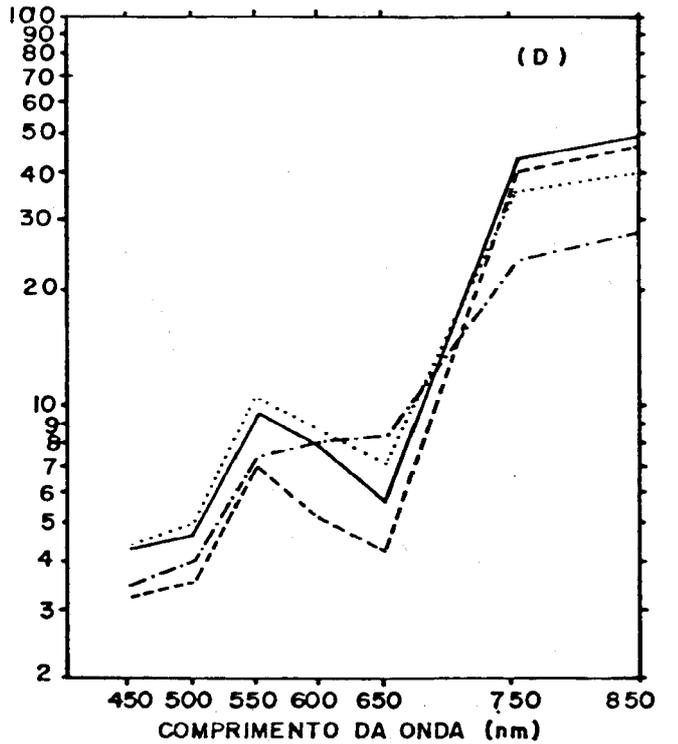
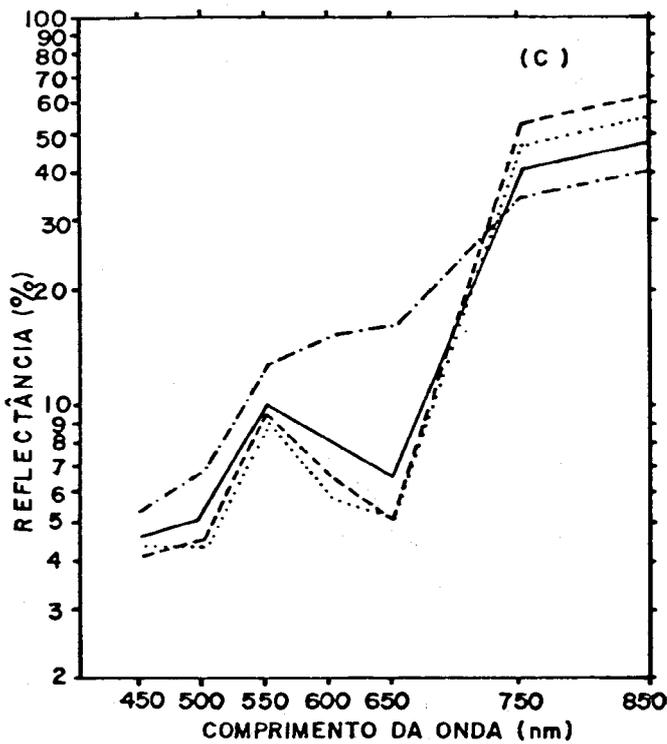
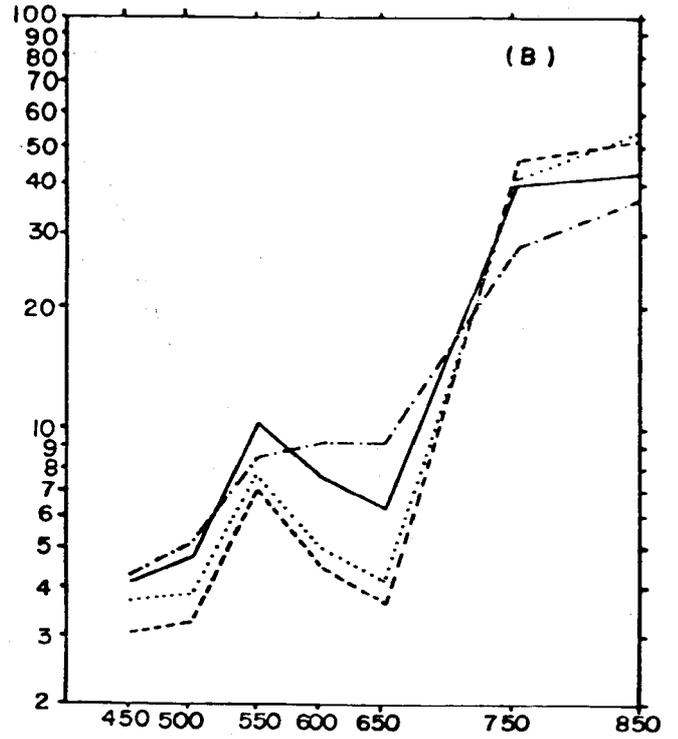
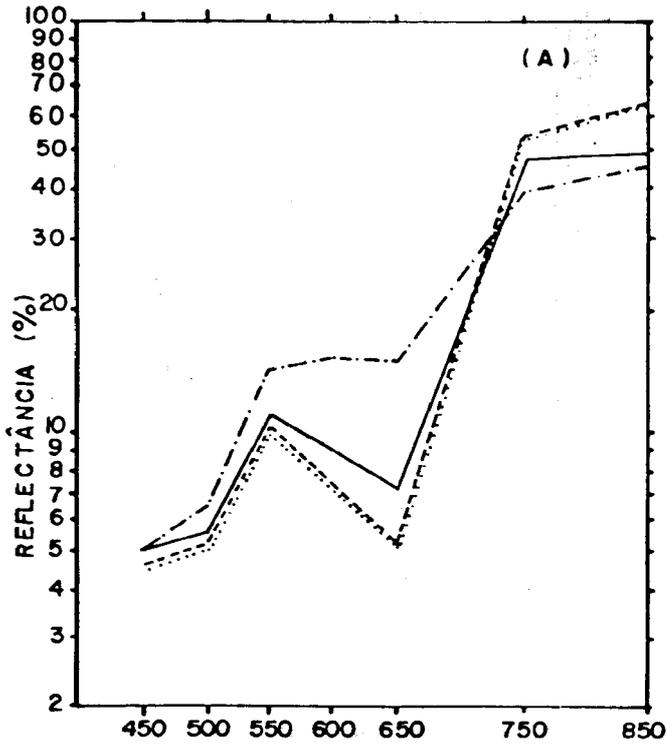
Variedade	Tratamento	Produção (kg/ha) média	CV
Doko	Veranico	2.677	13.1
	Sem Veranico	3.220	13.1
Cristalina	Veranico	1.392	32.3
	Sem Veranico	2.535	9.0
IAC-2	Veranico	128	137.7
	Sem Veranico	739	31.2
UFV-1	Veranico	835	43.5
	Sem Veranico	1.545	14.5

TABELA 2
ÍNDICES DE ÁREA FOLIAR MÉDIOS (IAF) PARA AS QUATRO VARIEDADES DE SOJA NAS QUATRO DATAS DE MEDIÇÕES ESPECTRAIS

Variedades		Índice de Área Foliar Médios							
		07/05		01/06		23/06		16/07	
		Média	CV(%)	Média	CV(%)	Média	CV(%)	Média	CV(%)
Doko	Veranico	1.583	32.5	3.938	9.5	3.923	26.1	0.977	18.8
	Sem Ver.	1.179	13.1	3.955	24.8	3.543	28.3	0.847	43.2
Cristalina	Veranico	1.371	37.5	3.280	24.0	2.982	36.1	0.819	48.4
	Sem Ver.	1.497	25.2	3.120	13.1	3.177	17.7	2.355	95.7
IAC-2	Veranico	1.413	27.9	1.857	23.9	1.528	8.8	1.184	35.8
	Sem Ver.	1.811	20.6	1.790	21.5	1.723	34.1	1.926	29.4
UFV-1	Veranico	2.002	28.0	2.091	8.1	1.315	36.7	1.129	43.5
	Sem Ver.	1.619	26.9	1.849	11.1	0.547	16.6	0.657	74.8

Os valores médios das medições espectrais conduzidas de 7 de maio a 16 de julho de 1981, são apresentadas nas Figuras 2a e 2b. As curvas espectrais para as quatro variedades de soja caracterizaram-se por apresentar baixos valores de reflectância na faixa do visível e relativamente alta no infravermelho próximo. Nota-se ainda dentro da faixa do visível picos de mínima reflectância nos comprimentos de onda do azul (450-500nm) e do vermelho (650nm) e de máxima reflectância no verde (550nm). Com o amarelecimento das folhas observados de maneira geral no último ciclo de medições observou-se uma atenuação do pico de mínima no vermelho e valores de reflectância

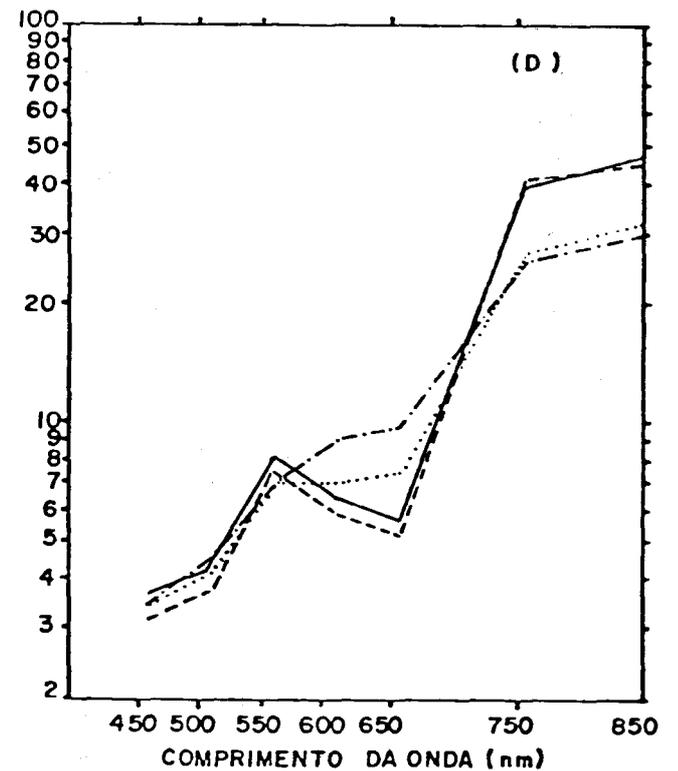
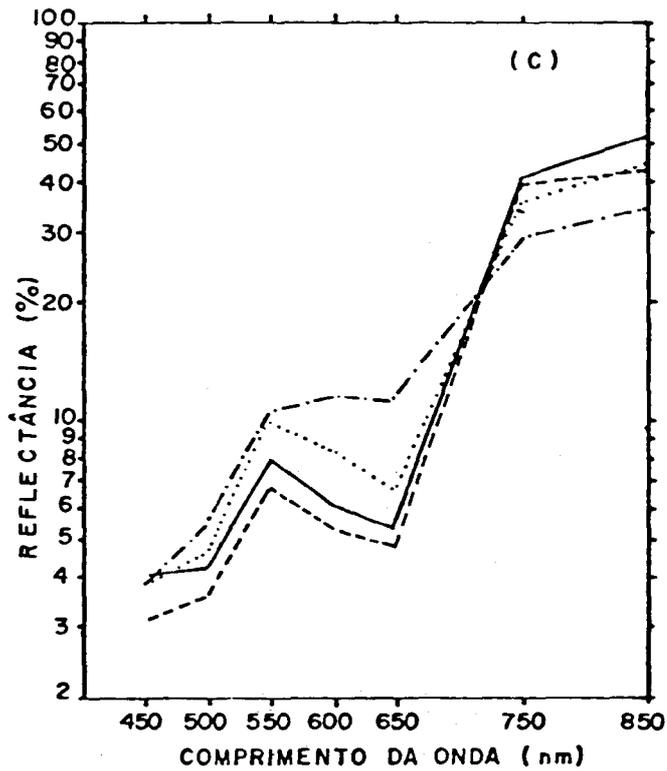
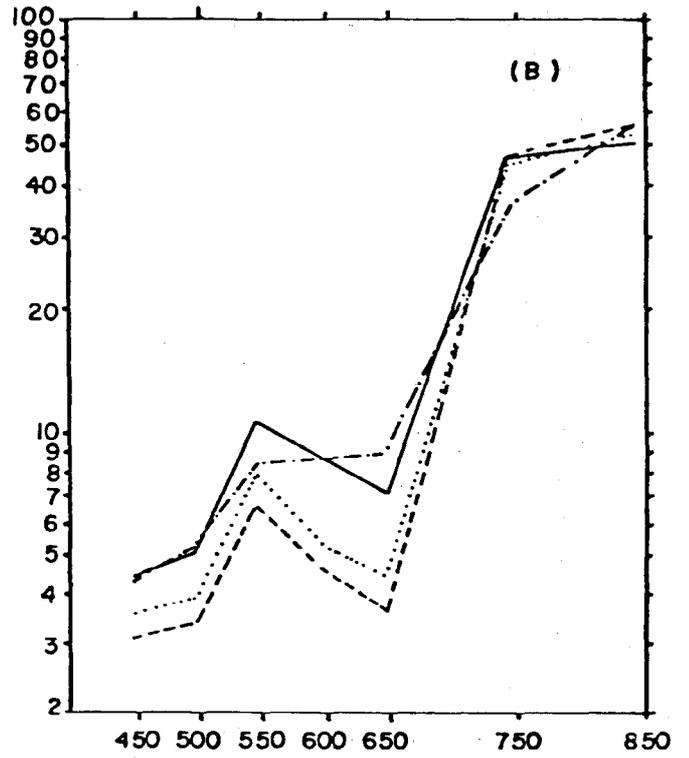
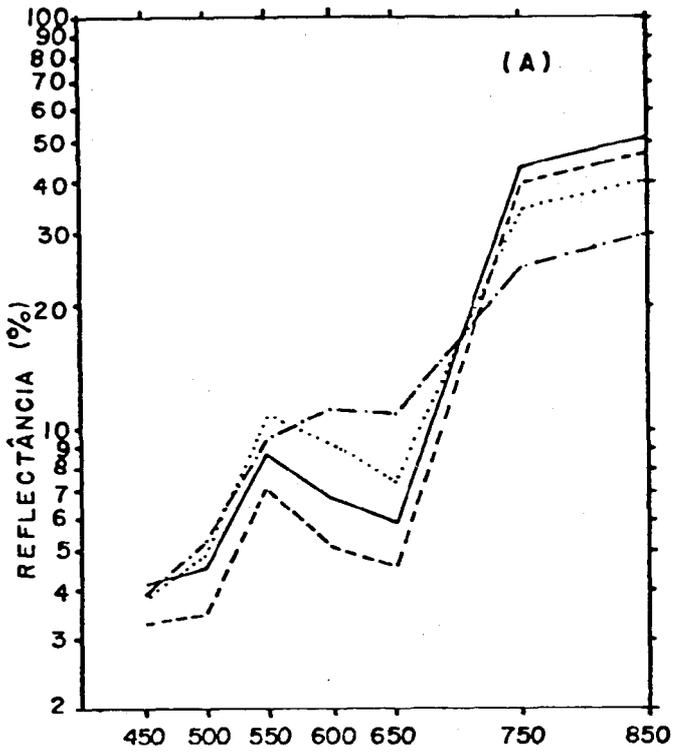
para a faixa do amarelo (600nm). As bases fisiológicas para este comportamento espectral tem sido amplamente discutidas na literatura (Moss et al 1952, Gates 1970, Wiegand et al 1972). Nos comprimentos de onda de 750nm e 850nm ocorreram os maiores valores de reflectância. Isto está relacionado à falta de absorção da radiação nesta faixa do espectro pela vegetação e devido ao efeito de difração exercido pelas folhas (Gates, 1970). De maneira geral nestes comprimentos de onda a reflectância decresce com o amarelecimento das plantas conforme pode ser observado nas Figuras 2a e 2b. Este fenômeno parece estar relacionado com a perda de água por parte do mesófilo das



— 50 dias após plantio
- - - 76 dias após plantio

— 96 dias após plantio
... 119 dias após plantio

Fig. 2a. Reflectância espectral das variedades Doko (A), Cristalina (B), IAC-2 (C), UFV-1 (D) sem veranico.



———— 50 dias após plantio
- - - - - 76 dias após plantio

———— 90 dias após plantio
..... 119 dias após plantio

Fig. 2b. Reflectancia espectral das variedades Doko (A), Cristalina (B), IAC-2 (C), UFV-1 (D), com veranico.

folhas (Gates, 1970).

Embora as quatro variedades de soja apresentem de maneira geral a mesma característica espectral, os valores de reflectância para cada comprimento de onda foram distintos entre as variedades. A análise de variância para cada um dos quatro dias de medições indicou haver diferenças significativas entre as variedades em praticamente todos os comprimentos de onda dentro de níveis de confiança superiores a 95% (Tabela 3). Apenas no 50º dia após o plantio não houve diferença significativa ao nível de confian

ça mencionado para os comprimentos de de onda de 650, 750 e 850nm. Estas diferenças sugerem ser possível discriminar as variedades de soja estudadas por suas características espectrais. Muito embora em nenhum dos dias estudados houve diferença estatística entre as quatro variedades para um único comprimento de onda, os dados da Tabela 3 mostram ser possível pela análise simultânea das reflectâncias de dois comprimentos de onda de uma mesma data (ex. R650nm e R850 do dia 1/06/81) ou de um mesmo comprimento de onda em diferentes estágios de desenvolvimento das culturas (ex. R850nm nos dias 1/06/81 e 21/06/81).

TABELA 3

MÉDIAS DOS VALORES DE REFLECTÂNCIA PARA QUATRO VARIEDADES DE SOJA A SETE COMPRIMENTOS DE ONDA

Variedades	Data	Comprimentos de onda (nm)						
		450	500	550	600	650	750	850
Doko		4.81 a*	5.39 a	10.66 a	8.62 a	6.91 a	44.40 a	49.66 a
Cristalina		4.34 ab	5.08 ab	10.76 a	8.43 ab	6.91 a	43.80 a	48.05 a
IAC-2	07/05/82	4.25 b	4.43 cb	8.34 b	6.43 c	5.54 a	41.75 a	52.00 a
UFV-1		4.09 b	4.69 c	9.35 b	7.62 cb	6.03 a	43.75 a	51.65 a
CV (%)		8.25	7.06	9.71	9.48	8.44	11.72	11.70
Doko		4.39 a	4.86 a	9.67 a	6.95 a	5.27 a	55.20	64.85 a
Cristalina		3.11 b	3.39 c	7.00 b	4.65 d	3.57 c	47.77 b	55.95 b
IAC-2	01/06/81	3.21 b	3.51 bc	6.90 b	5.22 c	4.64 b	38.65 c	38.65 c
UFV-1		4.38 a	3.84 b	7.72 b	5.86 d	4.97 a	43.06 bc	50.00 b
CV (%)		7.57	8.55	10.49	6.83	5.10	8.07	9.19
Doko		4.43 a	4.71 a	9.44 b	6.46 b	5.18 b	50.68 a	62.04 a
Cristalina		3.67 b	3.98 b	8.05 c	5.31 c	4.33 b	44.11 b	53.69 b
IAC-2	23/06/81	3.84 b	4.81 a	10.41 a	8.80 a	6.92 a	34.64 c	41.65 c
UFV-1		4.09 ab	4.85 a	9.26 b	8.49 a	7.63 a	33.30 c	38.79 c
CV (%)		10.20	8.45	7.37	7.84	11.67	7.28	6.52
Doko		5.18 a	6.66 a	13.52 a	15.19 a	15.60 a	37.45 a	44.15 a
Cristalina		4.09 b	5.22 b	9.22 b	10.22 b	10.03 bc	30.23 b	37.06 b
IAC-2	16/07/81	3.91 b	5.37 b	10.01 b	11.22 b	10.92 b	26.70 bc	31.95 c
UFV-1		3.66 b	4.44 c	7.55 c	8.99 c	8.47 c	25.70 c	30.65 c
CV (%)		8.11	6.29	11.11	7.38	9.16	10.90	8.09

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Donkan a 5% de probabilidade.

Observaram-se também as variações temporais nos níveis de reflectância. De maneira geral, com o desenvolvimento vegetativo das plantas, e o consequente aumento da biomassa, observou-se uma diminuição na reflectância nos comprimentos de onda do visível. Fenômeno oposto foi verificado na faixa do infravermelho próximo onde maiores valores de reflectância ocorreram com os máximos valores de biomassa. Com o amarelecimento e queda das folhas verificados de maneira geral por ocasião do último ciclo de leituras houve uma diminuição acentuada na reflectância do infravermelho próximo e um aumento na faixa do visível. Estas variações temporais foram estatisticamente sig

nificativas (P<5%).

Embora o déficit de umidade causado pela supressão da água de irrigação fosse suficiente para provocar reduções significativas na produtividade não houve diferença significativa (P<5%) para nenhum comprimento de onda entre os tratamentos veranico e ausência de veranico.

Foram realizadas análises de regressão entre vários índices de reflectância e os índices de área foliar medidos com cada um dos talhões experimentais. Os índices de reflectância testados incluem as reflectâncias nos sete comprimentos de onda além das relações 850/650, 650/550 e (850-650)/

(850+650). Na Tabela 4 são apresentadas as equações de regressão para as quais foram obtidos os melhores coeficientes de correlação.

TABELA 4
EQUAÇÕES DE REGRESSÃO E COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO (R) ENTRE ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF), E ÍNDICES DE REFLECTÂNCIA

Variedade	Equações de Regressão	R
DOKO	IAF = -0.3432 + 0.3275 (R850/R650)	0.817
	IAF = -0.0569 - 0.00795 R850 + 0.345 (R850/R650)	0.818
	IAF = -3.765 + 2.762 (R650/550)	0.875
	IAF = -4.263 + 0.484 (R850/650) + 1.762 ((R850-R650)/(R850+R650))	0.874
	IAF = -2.881 + 0.153 R650 + 0.475 (R850/R650)	0.860
CRISTALINA	IAF = 0.381 + 0.187 (R850/R650)	0.567
	IAF = 1.368 - 0.0248 R850 + 0.214 (R850/R650)	0.594
	IAF = -0.101 + 0.702 (R650/550) + 0.193 (R850/R650)	0.571
	IAF = 11.801 + 0.0128 (R850/R650) - 7.689 ((R850-R650)/(R850+R650))	0.654
	IAF = 3.230 - 0.310 R650 + 0.0756 (R850/R650)	0.647
UFV-1	IAF = 0.0592 + 0.194 (R850/R650)	0.626
	IAF = 0.0156 + 0.00171 R850 + 0.185 (R850/R650)	0.627
	IAF = 1.140 - 1.162 (R650/550) + 0.122 (R850/R650)	0.692
	IAF = 4.784 + 0.0425 (R850/R650) - 2.660 ((R850-R650)/(R850+R650))	0.712
	IAF = 0.872 - 0.0836 R650 + 0.153 (R850/R650)	0.636
IAC-2	IAF = 0.0663 + 0.0728 (R850/R650)	0.200
	IAF = 1.584 - 0.0166 R850 + 0.103 (R850/R650)	0.232
	IAF = 1.811 - 0.972 (R650/550) + 0.0617 (R850/R650)	0.216
	IAF = 3.329 + 0.0120 (R850/R650) - 1.345 ((R850-R650)/(R850+R650))	0.233
	IAF = 2.634 - 0.161 R650 - 0.00535 (R850/R650)	0.259

Os coeficientes de correlação em contrados indicam que o relacionamento entre as variedades dependente e independente são extremamente variáveis dependendo das variedades consideradas. Assim, enquanto que para a variedade Doko foram encontrados coeficientes de correlação de até 0.875, para a variedade IAC-2 não alcançaram 0.260. Suspeita-se que estas diferenças podia ser devido, em parte, a deficiência amostral para determinação da área foliar. Para a variedade Doko, que apresentava bom grau de uniformidade, as duas plantas por talhão consideradas em cada ciclo de medições parecem ter sido representativas, enquanto que para a variedade Cristalina, que apresentava um stand muito ruim a amostragem parece ter sido insuficiente. Os coeficientes de varia-

ção para produtividade, apresentados na Tabela 1 oferecem uma idéia aproximada do grau de desuniformidade entre as parcelas. Os valores dos coeficientes de correlação encontrados para as variedades Cristalina e IAC-2 foram intermediários entre as duas variedades referidas anteriormente.

Finalmente, foram estabelecidas regressões entre índices de reflectância tomadas nas quatro datas, separadamente e as produtividades. Os melhores coeficientes de correlação foram encontrados para as reflectâncias obtidas no 76º dia após o plantio (01/06/81). Nesta data obtiveram-se coeficientes de correlação de até 0.777 (Tabela 5). Os coeficientes de onda que melhor se correlacionaram com a produtividade foram 850nm, 550nm e 650nm.

TABELA 5
EQUAÇÕES DE REGRESSÃO E COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO (R) PRODUTIVIDADE E ÍNDICES DE REFLECTÂNCIA NO 76º DIA APÓS O PLANTIO

Equações de Regressão	R
Y = -3934.480 + 103.104 R850	0.754
Y = -4879.840 + 494.938 R550 + 220.647 (R850/R650)	0.770
Y = -4222.580 + 123.372 R550 + 90.586 R850	0.777
Y = -3937.450 + 113.689 R850 - 47.4232 (R850/R650)	0.765

CONCLUSÕES

O presente estudo indicou ser possível discriminar quatro variedades de soja, assim como alguns de seus estágios de crescimento através de suas características espectrais. Hove evidência ainda de que alguns índices de reflectância podem ser usados para estimar biomassa e produtividade da soja. O efeito do déficit hídrico não foi estatisticamente verificado em nenhum dos comprimentos de onda estudados, embora tenha causado quedas consideráveis na produtividade das quatro variedades. A continuidade dos trabalhos dentro desta linha metodológica permitirá reafirmar as possibilidades pela utilização das características de reflectância espectral da soja como importante instrumento para previsões de safra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COOLINS, W. Remote sensing of crop type and maturity. Photogrametric Engineering and Remote Sensing. 44 (1):43-55.
- FUKUHARA, N.; SAITO, G.; YASUDA, Y. Field measurements of spectral reflectance factor of wheat by using a portable spectroradiometer. Photogrametry and Remote Sensing 75(3): 15-22.
- GATES, D.M. Physical and physiological properties of plants p 224-252. IN Remote Sensing with Special Reference to Agriculture and Forestry National Academy of Sciences. Washington, D.C. 1970.
- KANEMASU, E.T. Seasonal canopy reflectance patterns of wheat, sorghum and soybean. Remote Sensing of Environment. 3:43-47. 1974.
- MOSS, R.A.; LOOMIS, W.E. Absorption spectra of leaves. I the visible spectrum. Plant Physiology, 37:377. 1952.
- PEARSON, R.L.; TUCKER, C.J.; MILLER, L.R. Spectral mapping of short grass prairie biomass. Photogrametric Engineering and Remote Sensing 42 (3): 317-323. 1976.
- RAO, V.R.; BRACH, E.J.; MACK, A.R. Crop discriminability in the visible and near infrared regions. Photogrametric Engineering and Remote Sensing 44 (9): 1179-1184. 1978.
- SINCLAIR, T.R.; HOFFER, R.M.; SCHEIBER, M.M. Reflectance and internal structure of leaves from several crops during growing season. Agronomy Journal 63 (6): 864-868. 1971.
- WIEGAND, C.L.; H.W. GRAUSMAN; and W.A. ALLEN. Physiological factors and optical parameters as bases of vegetation discrimination and stress analysis. p 82-102. IN Seminar on Operational Remote Sensing (Proceedings). The American Society of Photogrametry, Houston, Texas 1972.

