

- n.3, p.651-657, 1977.
- LAGOUARDE, J.P.; KERR, Y.; ASSAD, E.; COGNET, M. Résultats d'une campagne de mesures micrométéorologiques au Sénégal pendant l'hivernage 1985. Note Interne M/86/7. (INRA). Station de bioclimatologie), 84140 Montfavet, France, 1986, 15 p.
- MAGRIN, G. Facteurs de stress agissant sur la production du blé en Argentine. Evaluation de mécanismes d'adaptation à la sécheresse. Montpellier, France: Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 1990. 80p. Tese Doutorado.
- MONTEITH, J.L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. Journal of Applied Ecology, v.9, p.747-766, 1972.
- STEINMETZ, S.; LAGOUARDE, J.P.; GUERIF, M.; DELECOLLE, R. SEGUIN, B. Uso da reflectância espectral para estimar a radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela cultura do trigo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7., 1991 (a), Viçosa. Anais. Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1991 (a).
- STEINMETZ, S.; LAGOUARDE, J.P.; GUERIF, M.; DELECOLLE, R. SEGUIN, B. Eficiência de interceptação e uso da radiação solar de uma cultura de trigo submetida à níveis diferenciados de adubação nitrogenada e de regime hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7., 1991 (b), Viçosa. Anais. Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1991 (b).

USO DA REFLECTÂNCIA ESPECTRAL PARA ESTIMAR A RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA INTERCEPTADA PELA CULTURA DO TRIGO.

Silvio Steinmetz (EMBRAPA/CPATB, Estação Agroclimatológica, CP 553, 96001 Pelotas, RS)

Jean Pierre Lagouarde, Martine Guerif, Richard Delecolle, Bernard Seguin (Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Station de Bioclimatologie, B.P. 91, Domaine St. Paul, 84143 Montfavet cedex, France).

1. Introdução

A produção final de uma cultura está diretamente relacionada com a quantidade de radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada (PAR_i) durante o seu ciclo (Monteith, 1972). Grande ênfase tem sido dada na obtenção da PAR_i, à partir da reflectância espectral, pela perspectiva de utilização de técnicas de sensoriamento remoto (ex.: satélites) na estimativa de produção das culturas.

Este trabalho estabelece a relação entre a reflectância espectral e a PAR_i para uma cultura de trigo submetida a condições variáveis de adubação nitrogenada e de regime hídrico.

2. Material e métodos

O presente estudo foi desenvolvido durante as safras de 1986/87 e 1987/88, na área de um produtor, na região da Crau (Moulès), sudeste da França. O esquema experimental teve quatro tratamentos (dois níveis de adubação nitrogenada e dois níveis de irrigação) e duas repetições. Os quatro tratamentos estudados foram: T1(I1N1), T2(I1N2), T3(I2N1) e T4(I2N2) sendo I1 e I2 com e sem irrigação e N1 e N2 dose mais alta e

mais baixa de nitrogênio, respectivamente. No primeiro ano, os tratamentos T1 e T2 foram irrigados, por inundação, a cada 8 dias, em 7 datas, enquanto que T3 e T4 foram irrigados em apenas duas ocasiões. No segundo ano, por ter sido mais chuvoso, foram feitas apenas 4 irrigações em T1 e T2 e nenhuma em T3 e T4. A adubação nitrogenada, no primeiro ano, foi de 180 kg ha⁻¹ de N para o nível N1 sendo 30 kg ha⁻¹ no plantio, 50 kg ha⁻¹ no perfilhamento e 100 kg ha⁻¹ no início do alongamento. O nível N2 foi de 100 kg ha⁻¹ de N aplicado na proporção de 30, zero e 70 kg ha⁻¹, nas mesmas datas. No segundo ano, as doses de nitrogênio foram de 240 kg ha⁻¹ de N para N1 e 170 kg ha⁻¹ para N2 fracionadas, respectivamente, em 30 e 30 no plantio, 40 e zero no perfilhamento, 100 e 70 no início de alongamento e 70 e 70 kg ha⁻¹ no emborrachamento. Todos os tratamentos receberam, nos dois anos de estudo, 100 kg ha⁻¹ de P205 e 70 kg ha⁻¹ de K20 no plantio.

As oito parcelas tinham 20 m x 20 m sendo localizadas no centro de uma área de 3,5 ha de trigo. Duas parcelas de 80 m x 90 m foram utilizadas para comparação das medidas de reflectância na superfície com as imagens do satélite SPOT. Os principais dados biológicos coletados foram o índice foliar verde (IFV), considerando-se apenas a parte verde da folha, a matéria seca da parte aérea e os componentes do rendimento, por ocasião da colheita.

A reflectância espectral foi medida, durante todo o ciclo da cultura, nas faixas do verde (500-590 nm), do vermelho (610-680 nm) e do infravermelho próximo (790-890 nm) com um radiômetro CIMEL de simulação do satélite SPOT. As medidas foram feitas com o radiômetro colocado num mastro móvel a 2,5 m do solo, orientado verticalmente, visando uma área de 0,212 m².

A interceptação da radiação solar (PAR_i) foi medida através de fotografias, com filme infravermelho, feitas com uma câmara fotográfica, equipada com uma lente tipo "fish-eye", colocada a aproximadamente 10 cm acima da cultura.

Os valores diários de PAR_i foram obtidos após um processo de numeração das fotografias com o auxílio de uma câmara CCD, munida de filtros, permitindo a separação da vegetação senescente e de cálculos envolvendo a posição do sol durante o ciclo da cultura (Baret et al., 1989 e Steinmetz et al., 1990).

3. Resultados e discussão

3.1. Reflectância no visível e infravermelho próximo

Os resultados mostraram que a reflectância na faixa do visível (verde e vermelho) foi elevada no início do ciclo, atingiu um mínimo quando a área foliar era máxima e aumentou novamente na fase final da cultura. A menor reflectância, quando a área foliar é máxima, deve-se à absorção quase integral da radiação solar pelos pigmentos clorofilianos (Gates, 1970 e Guyot, 1989). No infravermelho próximo, ocorreu uma situação inversa, pois a reflectância aumentou até a área foliar máxima e diminuiu posteriormente.

A combinação da reflectância no vermelho e no infravermelho próximo, sob a forma dos índices de vegetação IVP/V e diferença normalizada (DN), caracterizou bem a influência dos tratamentos sobre a cultura. Os tratamentos com os maiores níveis de nitrogênio (T1 e T3) apresentaram valores mais elevados de IVP/V em relação aos menos adubados (T2 e T4). O efeito da deficiência hídrica foi, igualmente, bem caracterizado pelo decréscimo acentuado da área foliar e, conseqüentemente, do índice IVP/V, que explicou 90% das variações no IFV. Entretanto, houve uma tendência à saturação da resposta da reflectância espectral ao IFV, que situou-se entre 2,5 e 3 para o vermelho, entre 3 e 5,2 para o infravermelho próximo e entre 4 e 4,5 para

o índice IVP/V.

3.2. Relação entre a PAR interceptada e a reflectância

Os resultados mostraram que houve uma relação linear entre a radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela cultura (PARi), medida pelas fotografias hemisféricas, e os índices de vegetação IVP/V e diferença normalizada DN. Esses resultados discordam daqueles encontrados por Ajai et al. (1984) para o trigo e por Gallo et al. (1985) para o milho pois, nesses estudos, a relação entre essas duas variáveis foi melhor explicada por equações quadráticas. Acredita-se que a relação linear encontrada neste trabalho está associada aos baixos níveis dos índices de área foliar máximos (entre 3 e 4,5), ocorridos em três dos quatro tratamentos, e à impossibilidade de se obter maior número de dados na fase intermediária do ciclo da cultura.

4. Conclusão

Os resultados mostraram que a fração da energia fotossinteticamente ativa interceptada pela cultura (PARi) pode ser estimada pela reflectância espectral. Entretanto, em situações de maior desenvolvimento foliar, é possível que a relação entre essas duas variáveis não seja linear, como ocorreu neste estudo.

5. Referências

- AJAI, S.M.N.; KAMAT, D.S.; AGGARWAL, P.K.; and SINHA, S.K. Spectral estimates of intercepted photosynthetically active radiation by wheat canopies. In: Proc. of crop growth conditions and remote sensing, 22-23 June 1984, ISRO-IARI, 1984, p. 411-419.
- BARET, F.; OLIOSSO, A.; LUCIANI, J.L.; HANOCQ, J.F.; MONTERROT, J.C. Estimation à partir de mesures de réflectance du rayonnement photosynthétiquement actif absorbé par une culture de blé. Agronomie, vol. 9, p. 885-895, 1989.
- GALLO, K.P.; DAUGHTRY, C.S.T., and BAUER, M.E. Spectral estimation of absorbed photosynthetically active radiation in corn canopies. Remote Sensing of the environment, vol. 17, p. 221-232, 1985.
- GATES, D.M. Physical and physiological properties of plants. In: Remote sensing with special reference to agriculture and forestry. National Academy of Science, 1970, chap. V, p. 224-252.
- GUYOT, G. Signatures spectrales des surfaces naturelles. Télé-détection Satellitaires 5. Ed. Paradigme, Caen, 1989, 178p.
- MONTEITH, J.L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. Journal of Applied Ecology, vol. 9 p. 747-766, 1972.
- STEINMETZ, S.; GUERIF, M.; DELECOLLE, R.; and BARET, F. Spectral estimates of the absorbed photosynthetically active radiation and light-use efficiency of a winter crop subjected to nitrogen and water deficiencies. International Journal of Remote Sensing, vol. 11, n. 10, p. 1797-1808, 1990.