

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA DE SOJA POR MEIO DE UM MODELO AGROMETEOROLÓGICO NUM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Luciana Miura Sugawara BERKA¹, Bernardo Friedrich Theodor RUDORFF²

Introdução

Na atual conjuntura agrícola do País, é de grande importância que se realize um acompanhamento das culturas agrícolas de forma rápida e eficiente, com a finalidade de detectar os efeitos adversos do clima sobre a produtividade e avaliar os seus impactos. Os modelos agrometeorológicos podem ser utilizados para analisar uma cultura em vários períodos ao longo do seu ciclo, com o uso de um índice denominado índice de penalização (IP) (RUDORFF e BATISTA, 1990).

A produtividade agrícola é influenciada principalmente pela precipitação pluviométrica ocorrida ao longo da safra. A metodologia proposta por DOORENBOS e KASSAM (1979) permite quantificar o efeito do estresse hídrico sobre a produtividade através da relação entre a evapotranspiração real e a evapotranspiração máxima.

O uso de modelos agrometeorológicos em conjunto com Sistema de Informações Geográficas (SIG) aumenta a eficácia do acompanhamento, pois a análise das informações pode ser feita de forma espacial e temporal, facilitando a análise dos dados para grandes áreas (HARTKAMP et al., 1999; INES et al., 2002; SUGAWARA, 2001).

Com isso, o trabalho teve como objetivo acompanhar a produtividade da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em municípios do Estado do Paraná através de um modelo agrometeorológico pontual integrado num SIG.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no Estado do Paraná, que está localizado entre as latitudes sul 22°29'30" e 26°42'59", e as longitudes 48°02'24" e 54°37'38" a oeste de Greenwich.

A produtividade da soja foi acompanhada em seis anos safra, compreendidos entre 1996/1997 e 2001/2002, através de um modelo agrometeorológico (AGROMET) com base na metodologia apresentada em DOORENBOS e KASSAM (1979) em 144 municípios, responsáveis por cerca de 90% da produção de soja no Estado (SUGAWARA, 2001).

O modelo e a base de dados meteorológicos foram integrados no aplicativo Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING), versão 3.6.03 (INPE, 2002). O módulo de programação do SPRING, denominado Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algebrico (LEGAL) foi utilizado para gerar os programas necessários aos cálculos do modelo e estão listados no trabalho de SUGAWARA (2001).

Os dados meteorológicos utilizados pelo modelo foram os seguintes: insolação (horas); precipitação (mm); temperatura média do ar (°C); umidade relativa do ar (%) e vento a 2 metros de altura (km/dia). Estes dados foram coletados diariamente em 32 estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e organizados em médias quinzenais, com exceção da precipitação, onde os dados foram somados quinzenalmente. No aplicativo SPRING, os dados de cada estação meteorológica foram considerados como uma amostra pontual. A técnica de interpolação de média ponderada por quadrante (FELGUEIRAS, 2001) foi utilizada para extrapolar os valores para os demais locais sem estação meteorológica.

Além dos dados meteorológicos, o banco de dados foi composto por planos de informações contendo a malha municipal do Estado, classificação de solos e altitude.

O acompanhamento da safra de soja foi feito através do cálculo quinzenal do déficit da evapotranspiração relativa ou índice de penalização (IP), determinado pela seguinte equação:

$$IP = 1 - ky \left(1 - \frac{ETr}{ETm} \right),$$

onde IP é o índice de penalização, ky é o fator de resposta à produtividade, ETr é a evapotranspiração real e ETm é a evapotranspiração máxima.

A evapotranspiração máxima (ETm) foi calculada a partir do conceito de evapotranspiração potencial (ETo), e este por sua vez foi obtido pelo método de Penman, proposto por Frère e Popov (1980).

A evapotranspiração real (ETr), depende de três fatores: a evapotranspiração máxima (ETm), a água remanescente no solo (ARS) e o índice de água disponível no solo (IADS). O balanço hídrico, que é uma das etapas do cálculo do IADS, foi realizado através do método de Thornthwaith e Mather (MOTA, 1979; adaptado por RUDORFF, 1985). Através dos fatores citados acima, o valor de ETr foi então determinado com o uso de uma tabela apresentada por DOORENBOS e KASSAM (1979).

As avaliações parciais do IP foram realizadas para nove quinzenas (ciclo de 135 dias) com início no começo da primeira quinzena de novembro e término no final da primeira quinzena de março.

Resultados e discussão

A Figura 1 mostra o índice de penalização (IP) médio observado nos seis anos safra avaliados.

No ano safra de 1996/97 (Figura 1a) a maior parte dos municípios apresentaram IP entre 0,95 e 1,0, mostrando que o acúmulo de matéria seca pela soja foi reduzido em até 5% nestes municípios, ou seja, a produtividade foi pouco penalizada em função de fatores climáticos. Porém, a produtividade estimada pela SEAB não foi condizente com o AGROMET. Isso foi explicado pela ocorrência de uma doença fúngica (não considerada

¹ M.Sc. Bolsista do CNPq. Divisão de Sensoriamento Remoto. OBT/INPE, Av. dos Astronautas, 1.758 - CEP 12227-010 - São José dos Campos - SP. E-Mail: lmiura@dsr.inpe.br.

² Ph.D. Pesquisador Titular. Divisão de Sensoriamento Remoto. OBT/INPE, Av. dos Astronautas, 1.758 - CEP 12227-010 - São José dos Campos - SP. E-Mail: bernardo@dsr.inpe.br.

no AGROMET), de forma epidêmica devido às condições climáticas favoráveis para o seu desenvolvimento (SEAB, 1997; YORINORI, 2000).

Já em 1997/98 (Figura 1b), nota-se que a produtividade em vários municípios da região norte do Estado sofreram penalizações entre 0,85 e 0,90 em função de estresse hídrico.

A safra de 1998/99 (Figura 1c) teve um comportamento semelhante à de 1997/98, porém foi na safra de 1999/2000 (Figura 1d) que a cultura da soja sofreu o maior déficit hídrico entre os anos safra avaliados.

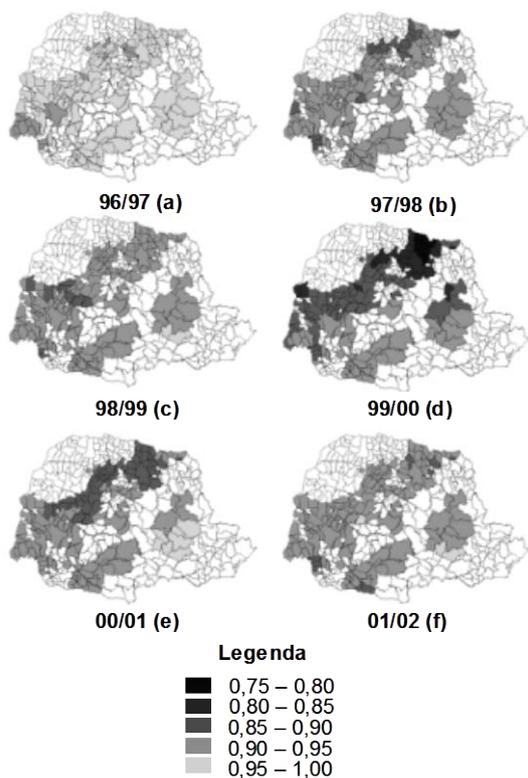


Figura 1. Índice de penalização médio da cultura da soja, no Estado do Paraná - Anos safra de 1996/1997 a 2001/2002.

Segundo a SEAB (2001), em 1998/99 a produtividade média do Estado foi de 2780kg/ha, enquanto que em 1999/2000 reduziu para 2518kg/ha, em função de adversidades climáticas, que foram bem retratadas pelo AGROMET.

Em 2000/2001, os resultados obtidos com o AGROMET (Figura 1e) não concordaram com a SEAB (2003), que relatou uma elevada produtividade média de soja para o Estado do Paraná (3078kg/ha). Em 2001/2002 (Figura 1f), a penalização sofrida pela cultura foi menor em relação à safra 2000/2001, porém a produtividade reduziu para 2878kg/ha (SEAB, 2003).

A discordância encontrada no ano de 2000/2001 entre o modelo e os dados da SEAB não tem explicação aparente, sendo necessário um estudo mais aprofundado para avaliar as possíveis causas.

Conclusão

A integração do modelo AGROMET em um SIG foi bastante satisfatória, permitindo avaliar de forma rápida e eficiente o comportamento da cultura

da soja ao longo das safras e nas diversas regiões produtoras.

Referências bibliográficas

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 193 p. (FAO-Irrigation and Drainage Paper n. 33).

FELGUEIRAS, C.A. Modelagem Numérica de Terreno. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2001. <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>> Junho de 2002

HARTKAMP, A. D.; WHITE, J. W.; HOOGENBOOM, G. Interfacing geographic information systems with agronomic modelings: A review. **Agronomy Journal**, v. 91, n. 5, p. 761-772, 1999.

INES, A V. M.; DAS GUPTA, A.; LOOF, R. Application of GIS and crop growth models in estimating water productivity. **Agricultural Water Management**, v. 54, n. 3, p. 205-225, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING)**. 2002. <<http://www.dpi.inpe.br/spring/>> Novembro de 2002

MOTA, F.S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Nobel, 1979. 376 p.

PARANÁ (Estado). Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). **Acompanhamento da situação agropecuária no Paraná**, v.23, p.1-73, 1997.

PARANÁ (Estado). SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO (SEAB). **Prognóstico Agropecuário - Soja 2001/2002**. 2001. <<http://www.pr.gov.br/seab/>> Abril de 2002.

PARANÁ (Estado). SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO (SEAB). **Comparativo de Área, Produção e Produtividade safras 2001/2002 e 2002/2003**. 2003. <<http://www.pr.gov.br/seab/>> Abril de 2003.

RUDORFF, B.F.T. **Dados Landsat na estimativa da produtividade agrícola da cana-de-açúcar**. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1985. 114p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto).

RUDORFF, B. F. T.; BATISTA, G. T. Yield estimation of sugarcane based on agrometeorological-spectral models. **Remote Sensing of Environment**, v. 33, n. 3, p. 183-192, 1990.

SUGAWARA, L. M. **Avaliação de Modelo Agrometeorológico e Imagens NOAA/AVHRR no Acompanhamento e Estimativa de Produtividade da Soja no Estado do Paraná**. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001.181 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto).

YORINORI, J.T. Doenças. - 2. Doenças fúngicas In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **A cultura da soja no Brasil**. (CD-ROM). Londrina: Embrapa Soja, 2000.