

PREVISÃO DE SAFRAS MEDIANTE MODELOS CLIMATOLÓGICOS

Celestino Aspiazū

Professor do Departamento de Engenharia Florestal

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa - MG - Brasil

RESUMO

Previsões de safras foram feitas "a posteriori" em culturas de milho e soja em uma região central do Estado de Iowa (EE.UU.). A estimativa das áreas ocupadas por essas culturas foi realizada pela análise multiespectral e temporal de transparências LANDSAT as quais foram digitalizadas e a informação armazenada em fitas magnéticas compatíveis com computador. Os dígitos foram agrupados com um programa de computação não supervisionado o qual estabeleceu as classes que correspondiam a cada uma das culturas o que permitiu estimar as dimensões das respectivas superfícies.

Um modelo, proposto por L.M. Thompson foi usado para obter as estimativas de rendimentos das culturas. O modelo, desenvolvido para ser aplicado em áreas geográficas relativamente grandes é baseado nas diferenças observadas em alguns parâmetros climatológicos com relação aos valores normais dos mesmos. Um outro modelo, desenvolvido para milho por R.H. Shaw foi também utilizado. Ambos modelos permitem dispor de prognósticos com bastante antecipação ao momento da safra. O modelo de Thompson pode ser usado em qualquer parte do mundo após a determinação dos parâmetros locais mais relevantes a serem incluídos no modelo. O modelo de Shaw, mais sofisticado, só pode ser usado em condições de solo semelhantes aos de Iowa e precisa de estudos serem eles muito específicos para as condições nas quais foi desenvolvido.

INTRODUÇÃO

Com o constante aumento da população humana na terra, é cada vez maior a necessidade de planejar adequadamente as políticas do m̄sticas e internacionais com relaçaõ aos alimentos, com base nas pre visões de safras dos produtos agr̄colas.

Os m̄todos tradicionalmente usados para elaborar tais pre visões, sã muito demorados, tornando necessãrio dispor de grande quan tidade de funcionãrios devidamente treinados e os resultados muitas ve zes nã sã confiãveis. A rãpida avaliaçaõ dos recursos naturais, agora possıvel mediante os dados fornecidos pelo sistema LANDSAT de sensoria mento remoto, ẽ a melhor alternativa para os paıses que tẽm urgẽncia de se desenvolver.

- - - - -

A estreita relaçaõ existente entre a combinaçaõ regional dos elementos e fatores do clima e o crescimento e desenvolvimento das plantas, possibilita a elaboraçaõ de modelos que visam estimar a produ tividade agr̄cola por unidade de superfıcie, mesmo antes das culturas acabarem seu ciclo vital ou estacional. Com o conhecimento da ẽrea to tal ocupada por cada cultura, obtida atravẽs das imagens orbitais, ẽ possıvel estimar a produtividade total de uma regiã no momento preci so no qual tẽm que ser tomadas decisões com respeito ao armazenamento, transporte e comercializaçaõ.

ESTIMATIVA DE SUPERFÍCIES AGRÍCOLAS

A estimativa da superfıcie regional ocupada por uma cultu ra pode ser feita atravẽs de qualquer uma das duas classes de dados for necidos pelos sensores a bordo do LANDSAT. Tẽcnicas tradicionais de fo tointerpretaçaõ podem ser aplicadas aos dados visuais (imagens), mas sã os numãricos os que oferecem maiores possibilidades de flexibilida de, rapidez e precisã, uma vez que eles precisam de tẽcnicas especiais de anãlise.

A informação numérica apresenta uma quantidade de dados tão grande que seu processamento só é possível mediante modernos computadores eletrônicos. Cada uma das faixas do espectro das radiações eletromagnéticas em que operam os sensores apresenta diferente utilidade segundo a natureza do estudo a realizar. Uma ou mais faixas podem ser analisadas ao mesmo tempo. Detalhes nem sempre óbvios numa cena podem ser salientados através da manipulação matemática dos dígitos. A identificação e classificação dos corpos imageados às vezes pode beneficiar-se do uso concorrente de dados obtidos em diferentes épocas do ano. O uso ótimo da informação é obtido mediante a classificação automática, não dirigida, dos dígitos.

ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

As estimativas da produtividade agrícola são dependentes da apropriada avaliação das variáveis que podem conduzir a mudanças no rendimento potencial. Variáveis tais como densidade, estado de saúde e grau de maturidade das plantas podem aumentar ou diminuir o rendimento. O mesmo efeito podem ter as condições climáticas quando seus parâmetros apresentam valores acima ou abaixo dos valores médios ou normais. Invertendo o raciocínio, pode concluir-se que os rendimentos refletem o efeito composto de todos os factores ambientais, biológicos e tecnológicos atuantes sobre o crescimento e desenvolvimento das culturas.

Muitos intentos têm sido realizados para avaliar estatisticamente os efeitos que o clima de uma região pode ter na produtividade das culturas e o assunto continua aberto às pesquisas e às discussões. Ainda não foi desenvolvida uma metodologia que satisfaça todas as expectativas ou situações. Talvez isso nunca vá acontecer, dada a complexidade inerente às infinitas formas de integração das variáveis climáticas e a especificidade das culturas no que respeita aos períodos em que elas são influenciadas pelas variáveis e aos efeitos que estas últimas causam.

O Modelo de Thompsom

Thompsom [3] propôs um modelo para a estimativa da produtividade média de uma dada cultura em uma área geográfica relativamente grande. Ele é baseado nos desvios que os registros de chuva e de temperatura do ar apresentam com relação aos seus valores normais.

O modelo, aplicado a estimativas de safra em culturas de milho e soja na região central do Estado de Iowa (EE.UU.), estabelece que os rendimentos anuais de ambas culturas estão associados com a) os valores médios da temperatura do ar registrados durante os meses de junho, julho e agosto; b) com a precipitações ocorridas no período de setembro a junho, anterior a época de desenvolvimento das plantas; c) com as precipitações ocorridas durante os meses de julho e agosto; e d) com dois fatores que dão conta dos incrementos ocorridos na produtividade devidos a desenvolvimentos tecnológicos.

A produtividade do milho é estimada pela seguinte equação:

$$Y \text{ (bu/A)} = 43,117 + 0,7885X_1 + 0,4396X_2 - 0,0355X_2^2 + 0,4569X_3 - 0,2371X_3^2 + 1,7454X_4 + 0,561X_4^2 + 0,2317X_5 - 0,2810X_5^2 + 0,0698X_6 - 0,4338X_6^2 - 0,6684X_7 - 0,1216X_7^2 + 2,7749X_8 + 0,0666X_8^2$$

onde:

X_1 = fator de tecnologia medido em anos desde 1930 até 1960;

X_2 = desvio da precipitação pre-estacional com relação aos valores normais;

X_3 = desvio da temperatura de junho;

X_4 = desvio da precipitação de julho;

X_5 = desvio da temperatura de julho;

X_6 = desvio da precipitação de agosto;

X_7 = desvio da temperatura de agosto;

X_8 = fator de tecnologia medido em anos desde 1961 até 1973.

Um rendimento médio de 7107,8 kg/ha foi obtido resolvendo a equação para o ano 1973 (ver Quadro 1) e convertendo os resultados ao sistema métrico decimal.

Quadro 1. Valores das variáveis independentes para o ano 1973.

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
24,4280	-0,0100	-1,2000	2,0900	-0,6260	0,0390	0,4280	2,7749

A produtividade da soja durante o mesmo ano foi estimada com uma equação como a anterior na qual mudam os valores das constantes e não é considerado o segundo fator de tecnologia:

$$Y \text{ (bu/A)} = 0,1527 + 0,4069X_1 + 0,2481X_2 - 0,030X_2^2 + 0,2994X_3 - 0,0297X_3^2 + 0,5623X_4 + 0,2432X_4^2 + 0,3894X_5 - 0,0771X_5^2 + 0,2472X_6 - 0,0638X_6^2 - 0,1885X_7 - 0,0120X_7^2$$

Após transformação ao sistema métrico o rendimento estimado para 1973 resultou ser de 2245,7 kg/ha.

Os rendimentos assim calculados foram utilizados para a estimativa da produtividade de milho e soja no município de Boone, Iowa. As áreas ocupadas por ambas as culturas foi estimada a partir da digitalização de três transparências obtidas pelo LANDSAT-1 durante passagens realizadas nos meses de maio e agosto.

A superfície total de milho estimada para Boone foi de 63.821,7 hectares, 15,1% maior do que a superfície considerada nesse ano

nos dados oficiais do Departamento de Agricultura dos EE.UU. A produtividade total estimada foi de 453.632 toneladas, a qual resultou ser 11,9% maior do que os dados oficiais.

A superfície total de soja foi estimada em 42.191,6 ha, resultando em uma subestimação de 5,9% com respeito à informação oficial. A produtividade total foi calculada em 94.749 toneladas, 20% menor do valor oficialmente aceito.

O modelo de Shaw

Os milímetros de água recebidas pelo solo, considerados no modelo anterior, não fornecem indicação de seu aproveitamento posterior pelas plantas. Um indicador mais aproximado da quantidade de água disponível para a vegetação é a umidade do solo, mas ela considera só um dos aspectos da complexa relação solo-planta-atmosfera. Essencialmente não são considerados os efeitos que nas plantas tem a demanda de água por parte da atmosfera. O deficiente abastecimento da água na planta, é considerado por Shaw [2] como a causa mais provável de severas reduções nos rendimentos das culturas de milho no Estado de Iowa. Ele desenvolveu um índice ponderado para expressar o "stress" de umidade e o relacionou com a produtividade do milho através da equação

$$Y \text{ (kg/ha)} = 9118,6 - 90,3X$$

onde X é o índice ponderado, acumulado, do "stress" de umidade.

O índice para o ano 1973 foi determinado em um sítio localizado no limite de Boone, obtendo-se um valor $X = 12,5$. Entrando este dado na equação anterior, se obteve uma estimativa de 7989,8 kg/ha. Sendo a estimativa maior do que a fornecida pelo modelo de Thompson, a previsão de safra para Boone terá de dar um valor mais elevado. Ela foi de 509.925 toneladas, 21,6% maior do que as estimativas oficiais.

CONCLUSÕES

Para o êxito da pesquisa é sempre decisiva a escolha da cena ou cenas mais adequadas persiguidos, ou seja, aquelas que apresentem bons contrastes entre os corpos terrestres presentes. Ainda que desejável, nem sempre é possível ter o contraste ótimo. Em certas ocasiões, corpos diferentes possuem características espectrais semelhantes que dificultam a discriminação.

A imagens utilizadas neste trabalho não foram obtidas pelo satélite nas datas mais convenientes para a melhor identificação dos corpos terrestres. Os maiores erros na estimativa das áreas têm acontecido em partes do município ocupadas por campos de alfafa e pastagens os quais são geralmente de pequenas dimensões e formas irregulares. Devido ao tamanho dos elementos pitóricos no sistema LANDSAT, é muito difícil identificar com precisão as áreas menores que 8 hectares, aproximadamente. Cada elemento integra as radiações refletidas sobre uma área de 80 x 80 metros. Com a digitização das transparências, o tamanho dos elementos pitóricos aumentou consideravelmente. Eles foram mais de dez vezes maiores do que os elementos pitóricos originais do LANDSAT, com o qual diminuíram muito as possibilidades de identificação correta das alfafais e pastagens e, em geral, de todas as superfícies relativamente pequenas e de configuração não geométrica.

A carência de informações de campo determinou a utilização dos dados estatísticos oficiais para avaliar as estimativas tanto de áreas como de produtividade. Estes dados somente podem ser considerados como aproximados, eles não fornecem termos absolutos de comparação. Deste modo não é possível decidir, com certeza, qual dos modelos utilizados foi o melhor. O índice de "stress" foi determinado somente em um sítio, o que faz pensar que talvez o resultado tivesse mudado se se ampliasse o número de determinações para estabelecer um valor médio para o município.

O modelo de Thompson pode ser aplicado a qualquer cultura em qualquer região da terra após a determinação dos parâmetros locais

mais relevantes a serem incluídos nele. O modelo de Shaw somente pode ser usado em culturas de milho realizadas em solos e ambientes semelhantes aos do Estado de Iowa. Sendo muito difícil a avaliação dessa semelhança, qualquer intento de aplicação do modelo em outra região deverá adaptar às condições locais a metodologia desenvolvida pelo seu autor.

Desde um ponto de vista teórico, métodos como o de Shaw são mais satisfatórios por estar eles baseados em estudos aprofundados da influência do solo e da atmosfera nas plantas. As possibilidades de elaboração de modelos que também consideram essas influências são praticamente ilimitadas.

LITERATURA CITADA

- [1] Thompson, L.M. 1969. Weather and technology in the U.S. Corn Belt. *Agronomy Journal* 61:453-456.
- [2] Shaw, R.H. 1974. A weighted moisture-stress index for corn in Iowa. *Iowa State Journal of Research* 49:101-114.