

# CERES-MAIZE PARA SIMULAÇÃO EXPLORATÓRIA<sup>1</sup> EM ESCALA DE ZONA DE MANEJO

Antonio Odair SANTOS<sup>2</sup>, Antonio Carlos CAVALLI<sup>3</sup> & Hélio do PRADO<sup>3</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

A modelagem dos processos envolvidos na produção agrícola tem sido largamente testada, como ferramenta de suporte à decisão em áreas de cultivo. O modelo Ceres-maize (Jones & Kiniry, 1986) incorporada à interface gráfico-númerica DSSAT3.5 (IBSNAT, 1990) apresenta a possibilidade da simulação semi-empírica do crescimento e desenvolvimento de culturas, em escala diária, com base no balanço de carbono, nitrogênio e água, obtendo-se entre outros parâmetros, a duração dos estágios fenológicos, acumulação de biomassa, produção de grãos, para diferentes tipos de solo, clima e condições de manejo, para uma cultivar com características morfo-genéticas conhecidas (coeficientes genéticos).

O modelo Ceres-Maize opera com um balanço hídrico que simula o fluxo e absorção da água para cada camada estabelecida do horizonte do solo. A redistribuição da água no perfil tem por base um sistema em cascata, onde fluxos saturado e não-saturado podem ocorrer entre camadas adjacentes, baseado na diferença no conteúdo da água volumétrica entre camadas. A dinâmica do nitrogênio está incorporada em subrotinas que simulam a mineralização da matéria orgânica, com consequente imobilização de N, nitrificação/denitrificação de amônio e hidrólise da uréia, levando-se em consideração informações de entrada como teores de carbono orgânico, pH, densidade do solo e dados meteorológicos (Godwin & Jones, 1991).

A aplicação do modelo, pode ser feita tanto para escala de lavoura como de parcela (Jones & Kiniry, 1986).

O objetivo deste trabalho é testar o modelo Ceres-Maize em escala menor que a de lavoura e modelar alguns elementos da produção, para uma estação de crescimento e em período climático de médio prazo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS.

O experimento foi realizado em Angatuba, SP [23°33'S; 48°18'W; 670m]. Utilizou-se uma lavoura de milho irrigado com área de 33,5 ha. A área está estabelecida sob sistema semi-direto, com a rotação trigo/aveia e milho/feijão, com interrupção a cada 4-5 anos para instalação de cultivo de batata.

A área foi dividida em uma malha quadrada de 100 m, onde se demarcou 33 pontos. Em cada ponto foram levantados dados de fertilidade e físico-hídricos, na profundidade de 0 a 20, 20 a 40, 40 a 60 e 60 a 100 cm. Levantamento ultradetalhado de elementos de pedologia permitiu a classificação do solo da área, em três classes predominantes: Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LEd), Latossolo Vermelho Amarelo (LVd) e Latossolo Vermelho Escuro álico (LEa).

Dados meteorológicos, entre eles, radiação solar, temperatura máxima e mínima e precipitação pluviométrica foram obtidos em estação meteorológica instalada ao lado da área experimental. Além disso, um período de 10 anos

de dados meteorológicos, foi utilizado para simulação de médio prazo.

O milho híbrido Pioneer 30F33 esteve sob observação nos últimos dois anos, onde se acompanhou as fases fenológicas e alguns componentes do rendimento, a fim de se obter a calibração de coeficientes genéticos.

O modelo Ceres-Maize incorporado ao Dssat3.5 (IBSNAT, 1990) foi utilizado em cada tipo de solo e a verificação de contrastes foi efetuada para elementos do balanço hídrico e dinâmica de nitrogênio. O retorno econômico (bruto) do cultivo do milho, em função de doses crescentes de nitrogênio (1/3 na base e 2/3 em cobertura, aos 30 dias), para cada tipo de solo classificado na área, foi simulado para uma série de 10 estações de crescimento. Tal simulação teve por base a seguinte formulação simples:

$$MR = (P \cdot P_r) - (N \cdot P_n) \quad (1)$$

onde MR é máximo rendimento econômico, P = produtividade do milho (t/ha), P<sub>r</sub> = preço de venda (R\$/t), N = dose de nitrogênio (Kg/ha) e P<sub>n</sub> = preço do nitrogênio (R\$/Kg). Outros custos fixos e variáveis não foram considerados, por serem os três tipos de solo um só sistema, sob o ponto de vista de aplicação de recursos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 mostra a distribuição dos solos classificados na área, para os quais se procedeu à simulação separadamente. Os dados de solo foram ponderados a partir dos pontos pertencentes a cada classe de solo. Observam-se contrastes na água extraível ao longo do ciclo (Figura 2) resultado da variabilidade de propriedades físicas observadas na área experimental. A água extraível representa a faixa empírica limitada pela capacidade de campo e ponto de murcha. Muito embora não estejam sendo considerados outros elementos do balanço hídrico, pode-se deduzir que o Latossolo Vermelho Amarelo apresenta um potencial maior de água disponível ao longo do ciclo do milho.

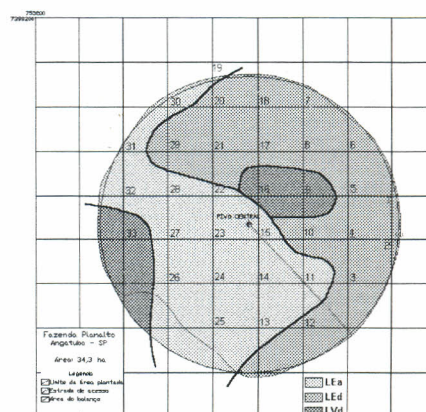


Figura 1. Distribuição de malha amostral e dos tipos de solos classificados em área de 33,5 ha cultivados com milho, nas estações de crescimento 1999/2000 e 2000/2001, em Angatuba (SP)

<sup>1</sup> Suporte financeiro FAPESP

<sup>2</sup> Centro de Ecofisiologia & Biofísica/CMAA, Instituto Agrônomo (IAC), CP 26, CEP 13201-970, Jundiaí, SP. E-mail: odairsan@iac.br

<sup>3</sup> Centro de Solos e Recursos Agroambientais, Instituto Agrônomo (IAC)



Observaram-se diferenças entre os solos, quanto ao potencial de lixiviação de nitrogênio. O LVd apresentou maiores valores ao longo do ciclo do milho. Este fato tem particular importância porque a área recebe o cultivo da batata em períodos de rotação, sendo que o cultivo desta solanácea é caracterizada por adubações pesadas, com grandes impactos ambientais.

Na figura 3 estão mostrados o resultado da simulação feita ao longo de uma série de 10 anos para a relação entre máximo rendimento econômico e doses crescentes de nitrogênio. A simulação feita apresentou resultados razoáveis, estando de acordo com o que vem sendo praticado na área, em termos de adubação nitrogenada. Nota-se, no entanto, que existe pequena diferença entre LEd e LVd no ponto ótimo de nitrogênio. Por outro lado, LEa diferenciou-se em maior grau dos outros dois tipos de solo, apresentando um pico de máximo rendimento econômico abaixo de 90 Kg/ha. Estes resultados evidenciam o impacto da variabilidade climática sobre a produção, associado às diferenças nas características de solo, dentro da mesma área. Este fato, analisado conjuntamente com o potencial de lixiviação de N, já discutido, além dos aspectos de disponibilidade hídrica observados na figura 2, sugerem que pode haver diferenças espaciais no potencial produtivo da área estudada e que poderiam ser aproveitados como estratégia de manejo. Para outras áreas, principalmente cultivos de sequeiros, com grandes contrastes de características de solo e microclima, a abordagem dinâmica do sistema, na forma e escala discutidas neste trabalho, provavelmente teria melhores resultados, no sentido de se detalhar a informação sobre o sistema a partir de estudos da relação solo-planta-microclima. Além disto, realizações neste campo requerem um número de dados não factíveis por amostragem, sendo uma alternativa a simulação nos moldes deste trabalho. Por outro lado, dado o nível de complexidade e variabilidade dos fenômenos que envolvem a produtividade dos cultivos, outros elementos necessitariam ser mais bem equacionados e incorporados no tipo de simulação discutido, principalmente a variação da temperatura do solo, a resistência à penetração de raízes e a aeração do solo.

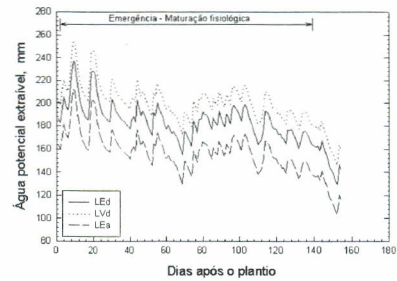


Figura 2. Água potencial extraível, ao longo do ciclo do milho, para três tipos de solo diferentes, na estação de crescimento de 1999/2000

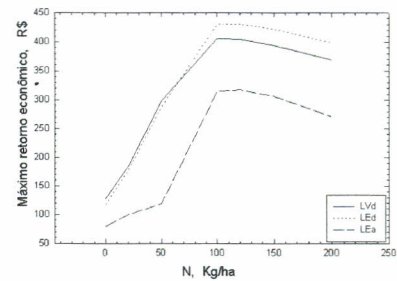


Figura 3. Relação entre máximo rendimento econômico em cultivo de milho e doses de nitrogênio, simulados para uma série de 10 anos de dados meteorológicos, para três tipos de solo diferentes

### 3. CONCLUSÃO

A simulação estacional e de médio prazo, nas condições deste estudo, evidenciou contrastes significativos entre elementos envolvidos na produtividade agrícola, para solos diferentes, na mesma área.

### 4. BIBLIOGRAFIA

- IBSNAT. IBSNAT progress report 1987-1990. International Benchmark Site Network for Agrotechnology Transfer, Honolulu, USA, 54p. 1990.
- JONES, J. W., KINIRY, J.R., Ceres-Maize. A simulation model of maize growth and development. College Station, USA: Texas A&M University Press, 1986.
- GODWIN, D.C., JONES, C.A. Nitrogen dynamics in soil-plant system. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1991.