# ADAPTAÇÃO DO MODELO STICS AO BALANÇO HÍDRICO DA SEQÜÊNCIA MILHO-MILHETO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO BRASILEIRO.

Fernando A. M. da Silva[1], Eric Scopel[2], Hilton Silveira Pinto[3], Eduardo D. Assad[4], Marc Corbeels[2]

**ABSTRACT – Abstract** –The objective of this study is to calibrate the crop growth model STICS (Simulateur mulTIdisciplinaire de Culture Standard) for the maize-millet cropping sequence under DMC. For this purpose data on soil water dynamics, leaf area index (LAI), aboveground plant biomass and grain yield were collected in field experiments. STICS reproduced adequately observed dynamics of LAI and soil water. The advantage of DMC compared to cropping under conventional tillage was the conservation of soil water, because of reduced losses through surface water run-off and evaporation under DMC, which resulted in higher water availability for the maize and millet crops.

## INTRODUÇÃO

O STICS (Simulateur mulTIdisciplinaire pour les Cultures Standard), descrito em detalhes por BRISSON et al. (1998) é um modelo genérico já adaptado para o sistema convencional de preparo do solo que simula o crescimento e o rendimento de várias culturas. Apesar de sua grande abrangência para este propósito, ele não foi testado para o sistema de plantio direto em condições do Cerrado brasileiro.

Assim, esse trabalho objetivou incorporar novas funções ao módulo de balanço hídrico e calibrar o modelo STICS para simular seqüencialmente o crescimento e o rendimento das culturas do milho e do milheto no sistema plantio direto no Cerrado brasileiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina-DF, segundo as coordenadas geográficas: 15º 35' 30'' de latitude Sul e 47º 42' 00'' de longitude Oeste.

As equações determinadas por SILVA (2004) foram utilizadas para calibrar o modelo STICS, no contexto do sistema de plantio direto. Elas simulam a: relação entre quantidade de palha e cobertura do solo; taxa de decomposição da palhada; capacidade de interceptação e armazenamento da água pela palhada; evaporação da água da palhada e do solo e redução do escoamento superficial.

Os dados necessários para a construção dos arquivos de entrada exigidos pelo modelo, bem como os parâmetros de ajustes das equações que representam os efeitos das palhadas na dinâmica da água no sistema plantio direto foram obtidos dos experimentos conduzidos e apresentados por SILVA (2004).

O índice de área foliar (IAF) foi medido em várias etapas do ciclo da cultura com o equipamento LI-2000. O ajuste entre os valores medidos e simulados foi feito a partir do parâmetro "dlaimax" que representa a taxa de desenvolvimento máximo da área foliar.

O acompanhamento experimental foi realizado em três parcelas com áreas úteis individuais de 14,4 $m^2$. No centro dessas parcelas, instalou-se um tubo de alumínio para o acompanhamento da umidade do solo com sonda de nêutrons. O milho foi plantado no dia 05/11/2001 e colhido no dia 22/03/2002. Em seguida plantou-se o milheto (28/03/2002). Próximo ao experimento mediu-se precipitação diária (mm), radiação solar ($cal.cm^{-2}.dia^{-1}$), velocidade média diária do vento ($m.s^{-1}$), temperatura do ar máxima e mínima (ºC) e umidade relativa do ar (%). A evapotranspiração potencial (mm $dia^{-1}$) foi estimada pelo método tradicional de Penman.

A aferição da performance do modelo foi efetuada utilizando-se o método gráfico (análise de regressão linear), plotando-se os valores observados e os simulados do índice de área foliar, da variação do estoque de água no solo utilizando-se o coeficiente de determinação ($R^2$) como critério estatístico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para ajustar os dados do índice de área foliar máximo (LAIMax), simulados e observados, o parâmetro do modelo que representa a taxa de desenvolvimento máximo da área foliar (**dlaimax**) foi calibrado com os valores de 1,65 $10^{-3}$ $°C^{-1}$ $dia^{-1}$ e 1,50 $10^{-3}$ $°C^{-1}$ $dia^{-1}$ para as culturas do milho e do milheto, respectivamente.

Na Figura 1(a), (b) e (c) tem-se a comparação entre os índices de área foliar (IAF) observados e os simulados pelo modelo para as três parcelas acompanhadas no sistema de plantio direto.

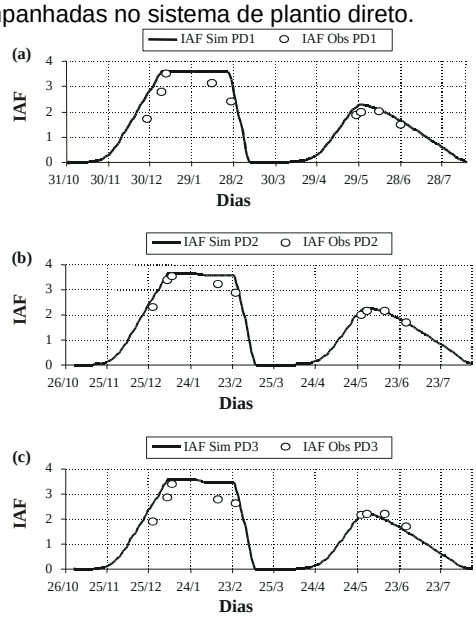


Figura 1. Comparação entre os índices de área foliar (IAF) observados e simulados pelo modelo para as três parcelas acompanhadas no sistema de plantio direto.

[1] Embrapa Cerrados – BR 020, km 18, Rod. Brasília/Fortaleza, Brasília/DF. CEP 73310-970. macena@cpac.embrapa.br
[2] Embrapa Cerrados/CIRAD. eric.scopel@cirad.fr e marc.corbeels@cirad.fr
[3] Universidade Estadual de Campinas Cidade Universitária "Zeferino Vaz" Barão Geraldo. hilton@cpa.unicamp.br
[4] Embrapa Informática - Cidade Universitária "Zeferino Vaz" Barão Geraldo – Campinas/SP. assad@cnptia.embrapa.br

Analisando-se essa figura, observa-se eficiência do modelo na estimativa do IAF. Isso ficou evidenciado pelos resultados da análise estatística, em que os ajustes entre os valores observados e simulados geraram coeficientes de determinação ($R^2$) sempre superiores a 0,88 para o milho e 0,81 para o milheto. Os valores usados para os coeficientes máximos de requerimento de água pelas culturas (Kc) do milho e do milheto foram 1,4 e 1,5, respectivamente.

O acompanhamento da umidade do solo teve início no dia 13 de dezembro de 2001 e estendeu-se até o final do ciclo das duas culturas. A comparação entre a disponibilidade de água no solo simulada e observada no sistema de plantio direto pode ser vista na Figura 2(A), (B), (C), cuja correlação linear, apresentou coeficiente de determinação $R^2 = 0,87$.

Analisando-se a Figura 2, pode-se observar que com a incorporação dos novos submodelos que consideram a influência dos resíduos sobre o balanço hídrico, o modelo STICS apresentou-se como uma ferramenta eficiente para simular a dinâmica da água no solo no sistema de plantio direto (seqüência milho-milheto).

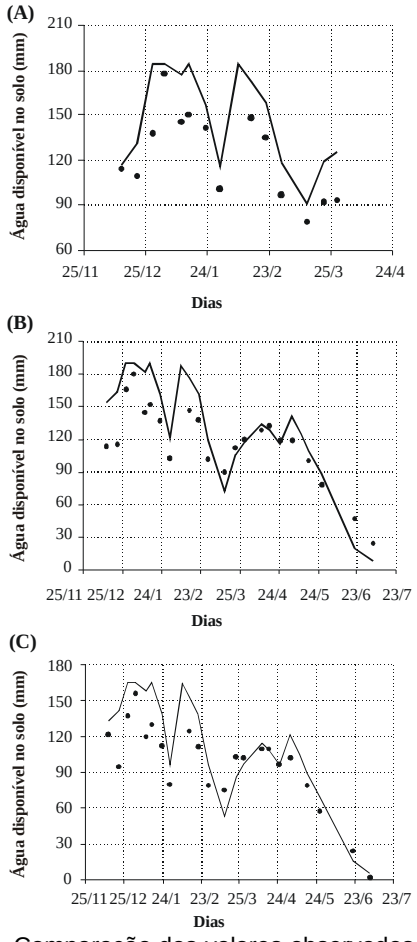


Figura 2. Comparação dos valores observados (• • •) e simulados (▬▬) da água disponível no solo (mm) até 180 cm de profundidade, durante o ciclo da seqüência milho-milheto no sistema de plantio direto PD1 (A), PD2 (B) e PD3 (C).

A Tabela 1 mostra os termos do balanço hídrico nos sistemas convencional e de plantio direto gerados pelo modelo. Analisando-se essa tabela, observa-se que o sistema de plantio direto apresentou vantagens sobre o manejo convencional do solo, no que diz respeito à melhor conservação de água, ou seja, nesse sistema houve menor escoamento superficial e evaporação do solo e, conseqüentemente, maior disponibilidade de água para as culturas do milho e do milheto que registraram transpiração mais elevada.

Tabela 1. Valores médios dos termos do balanço hídrico do milho nos sistemas convencional e de plantio direto .

| **Balanço hídrico do milho** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Manejo | P (mm) | ES (mm) | ER (mm) | T (mm) | R (mm) | D (mm) | DAS (mm) |
| PD | 907,3 | 158,6 | 56,1 | 350,1 | 8,8 | 202,2 | 131,4 |
| PC | 907,3 | 260,5 | - | 306,0 | 45,4 | 206,1 | 89,1 |
| **Balanço hídrico do milheto** | | | | | | | |
| PD | 62,5 | 63,4 | 16 | 126,8 | 1 | 0 | -144,3 |

P = precipitação (mm); ES = evaporação da água do solo (mm); ER = evaporação da água do resíduo (mm); T= transpiração da planta (mm); R = escoamento superficial (mm); D = drenagem (mm); DAS = disponibilidade de água no solo (mm); GR= produtividade de grãos (t/ha) e BM = Biomassa (t/ha).

O sistema plantio direto contribuiu para diminuir as perdas de água por escoamento em mais de 50%. Os resíduos também desempenharam um efeito positivo sobre a evaporação direta do sistema solo-resíduo, pois, além de interceptarem água diretamente, eles reduziram entre 10 e 20% a perda de água.

Analisando-se a Tabela 1, observa-se que os estoques de água no solo no plantio direto em relação ao convencional (DAS, mm) foram em média 50 mm mais elevados no final do ciclo da cultura principal quando comparados com os do sistema convencional.

Considerando que a evapotranspiração potencial média da região, nessa época do ano, é em torno de 5 $mm.dia^{-1}$, pode-se afirmar que o milho sob o sistema plantio direto suportaria um veranico de 10 dias.

## CONCLUSÕES

O modelo estimou de forma satisfatória a dinâmica da água no solo e o índice de área foliar (IAF) das culturas do milho do milheto em sistema de plantio direto.

O STICS se apresenta como uma ferramenta para suprir a necessidade de simular os termos do balanço hídrico da cultura do milho em sistema de plantio direto e ajudar no processo de tomada de decisão pelos agricultores e dirigentes de organismos encarregados pelo desenvolvimento da política agrícola nacional.

## REFERÊNCIAS

Brisson, N. et al. Stics : A generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I, Theory and parameterization applied to wheat and corn, Agronomie v.18, 1998. p.311-346.

Silva, F. A. M. da. Parametrização e modelagem do balanço hídrico em sistema de plantio direto no cerrado brasileiro. 2004. 218 p. Tese (doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.