

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO MODELO CROPGRO-SOJA PARA SIMULAR A UMIDADE EM ARGISSOLO DO RIO GRANDE DO SUL

LUCIETA G.MARTORANO¹, ROGÉRIO T. DE FARIA², HOMERO BERGAMASCHI³,
GENEI A. DALMAGO⁴

¹Eng. Agr. e Meteorologista, Dra., Pesquisadora da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000. E-mail: lutyv@cnpes.embrapa.br; ² Eng. Agr. PhD. Pesquisador do Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, PR; ³ Eng. Agr. Dr. Professor da UFRGS e bolsista do CPNq, P. Alegre, RS; ⁴ Eng. Agr. Dr. Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

– 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO: Objetivou-se avaliar o desempenho do modelo de crescimento de cultura para a soja, CROPGRO-Soja, inserido no sistema de suporte à decisão para transferências de agrotecnologias, DSSAT, nas simulações da umidade volumétrica de um Argissolo Vermelho distrófico típico sob sistema plantio direto e preparo convencional, irrigado e não irrigado. O potencial matricial foi monitorado em tensiômetros e convertidos em umidade volumétrica com dados de curvas de retenção hídrica. Os dados foram coletados num experimento com soja, durante o ano agrícola 2003/04, em Eldorado do Sul, RS, num delineamento em faixas. Utilizou-se índice de concordância de Willmott e erro quadrado médio para detectar variações entre os dados observados e simulados. O índice “d” de 0,89 em preparo convencional irrigado na camada de 0,05 e 0,15 m indicou alta concordância. Na camada entre 0,15 e 0,30m a diferença relativa foi de apenas 2%, indicando excelente desempenho do modelo. Em sistema plantio direto, o índice “d” foi baixo e a diferença relativa foi alta, ou seja, baixo desempenho, bem como nos tratamentos não irrigados. Há necessidade de ajustes no modelo para aumentar o desempenho de predição em sistema plantio direto utilizado na região Sul do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: DSSAT, modelo de culturas, balanço hídrico.

ABSTRACT: The performance of the model CROPGRO-Soybeans included in the Decision Support System for Agrotechnology Transfer, DSSAT, was evaluated for simulation of soil water content in a Red Argissol under no tillage and conventional tillage, irrigated and non-irrigated. Observed soil moisture was obtained from soil water potential of monitored by tensiometers using soil retention curves. Data were obtained in a field experiment during 2003/04 soybean cropping season, in Eldorado do Sul, RS, Brazil. Willmott concordance index “d” and relative mean square error “RMSE” were used to compare CROPGRO-Soybean estimates with observed data. Simulated data agreed well with field data (d = 0.89) for conventional tillage under irrigation in the 0.05 and 0.15m depths. Excellent concordance (RMSE = 2%) among data was also obtained for the 0.15 and 0.30m depths. For non-tillage d was low and RMSE was high, indicating low model performance, mostly for non-irrigated treatments. It was concluded that adjustments are required to improve model soil moisture estimates for non-tillage system in the South region of Brazil.

KEY-WORDS: DSSAT, crop simulation, Soil-water balance.

INTRODUÇÃO: Entre os sistemas de suporte à decisão mais amplamente utilizados, destaca-se o DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer), em que estão incluídos modelos capazes de simular o crescimento, desenvolvimento e rendimento para 18 tipos de culturas, inclusive o modelo de soja, CROPGRO-Soja. Ao avaliar o desempenho do modelo CROPGRO-Soja, no noroeste da Espanha, Ruiz-Nogueira et al. (2001) constataram maior sensibilidade do modelo ao ajuste dos parâmetros relacionados à profundidade do solo. Naquele estudo, as três cultivares avaliadas responderam melhor à data de semeadura sob irrigação, do que sob precipitação natural. A partir de testes e calibração é possível detectar efeitos do manejo e prever alterações de componentes do rendimento e outras variáveis, durante o ciclo de uma cultura. Em se tratando dos sistemas de manejo do solo que adotam o preparo convencional e o sistema plantio direto, estudos apontam diferenças nos estoques de água no solo nas camadas mais superficiais, devido a adição de material orgânico. De Maria et al. (1999) observaram diferenças significativas da umidade volumétrica em Latossolo Roxo, cultivado com soja, com valores mais elevados em plantio direto. Dalmago (2004) verificou maior armazenamento de água no solo sob plantio direto, atribuído à maior mesoporosidade e maior condutividade hidráulica não saturada do que em preparo convencional. Objetivou-se avaliar a capacidade de previsão do CROPGRO, nas simulações da umidade volumétrica no solo, cultivado com soja sob sistema plantio direto e preparo convencional, com e sem irrigação, visando identificar o potencial do modelo no estabelecimento de cenários, principalmente, para o sistema plantio direto adotado na região Sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados de umidade volumétrica foram obtidos em experimento de campo, instalado num Argissolo Vermelho distrófico típico, na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), no município de Eldorado do Sul (30°05'S e 51°40'W e 46m de altitude), durante o ano agrícola 2003/04. A soja foi semeada em 20/11/2003, cultivar Fepagro RS-10 (ciclo tardio) com espaçamento de 0,40m entre linhas e, população de 300 mil plantas ha⁻¹. A área experimental (0,5 ha) apresentava, desde 1995, dois sistemas do solo, sendo metade em sistema plantio direto e a outra, em preparo convencional, condicionando a adoção de um delineamento em faixas, seguindo os pressupostos de Hanks et al. (1980). Foram adotados dois tratamentos irrigados e não irrigados. A irrigação foi instalada no centro da área, na direção das fileiras de plantas com os aspersores distanciados 6 m entre si. Controlou-se a irrigação pelo potencial da água no solo a 0,45m de profundidade. As irrigações foram realizadas sempre que o potencial matricial atingia valores interiores a -60 kPa nos tensiômetros em sistema plantio direto irrigado. O volume de reposição hídrica foi monitorado em um lisímetro de pesagem, cultivado com soja sob preparo convencional. O potencial matricial foi monitorado em quatro baterias de tensiômetros de mercúrio por sistema de manejo do solo, sendo duas nos tratamentos irrigados e duas nos não irrigados. Assim, cada sistema de manejo continha uma bateria com tensiômetros nas profundidades (m) de 0,075, 0,15, 0,30, 0,45, 0,60, 0,75, 0,90 e 1,05m e a outra, adicionando-se um tensiômetro a 1,20 m com leituras diárias, por volta das 9 h (horário local). Com base em dados apresentados por Dalmago (2004) de curvas características de retenção de água no solo, coletados na mesma área experimental, e utilizando o programa (Soil Water Retention Curve-SWRC, v.1.0) de Dourado Neto et al. (1995), converteu-se os valores para umidade volumétrica (θ_v) pela equação de Van Genuchten, (1980). Para compor a base de dados de clima no DSSAT, foram inseridos dados diários de temperatura do ar, máxima e mínima (°C), precipitação pluvial (mm) e radiação solar (MJ m⁻²) da estação meteorológica da EEA/UFRGS, em Eldorado do Sul, RS, correspondente ao período de primeiro de janeiro de 1990 a 31 de dezembro de 2004. Também foram inseridos dados de solo (propriedades físico-químicas), índice de área foliar (IAF) e características fenológicas da cultivar, sendo o modelo que calcula o balanço de água no solo com base nos

pressupostos de Ritchie (1972) e Ritchie (1985). A metodologia para comparar os dados observados com os simulados foi com base no índice de concordância “d”, descrito por Willmott et al. (1985), conforme identificado na equação 1.

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i| + |O_i|)^2} \right] \quad (1)$$

em que N correspondente ao total de observações, Pi é o valor predito (simulado) pelo modelo. O Pi’ refere-se ao valor da diferença de Pi pela média M da variável analisada. Oi’ a diferença entre o valor observado e a média M. Quanto mais próximo estiver da unidade o índice “d”, maior é a concordância, ou seja, menor é o afastamento entre o dado observado e do simulado, pelo modelo. Também, os dados observados foram comparados aos simulados através do quadrado médio do erro (RMSE), conforme Loague & Green (1991), utilizando-se a equação 2.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{N}} \times \frac{100}{M} \quad (2)$$

sendo Pi e Oi os valores das variáveis simuladas pelo modelo e as observadas no campo, correspondente ao intervalo de avaliação. O RSME exprime a diferença relativa (%) entre os valores observados e os simulados pelo CROPGRO-Soja. Considera-se alta precisão quando o RMSE é inferior a 10%; entre 10 e 20%, boa precisão e, entre 20 a 30%, que, dependendo da condição de contorno, pode ser aceitável. Erro superior a 30% apresenta baixa precisão do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Em sistema plantio direto irrigado (PDI) o índice de concordância de Willmott et al (1985), entre os valores simulados e os observados no campo na profundidade entre 0,05 e 0,15 m, foi de 0,55, indicando baixa concordância, devido o índice “d” estar afastado da unidade. Já os valores preditos em preparo convencional irrigado (PCI) tiveram um alto índice de concordância, igual a 0,89, mais próximo da unidade. Na camada entre 0,15 e 0,30 m de profundidade, observou-se que em preparo convencional irrigado o modelo teve alto desempenho com mínimo afastamento entre os dados simulados e observados (Figura 1). As simulações para a umidade volumétrica no solo em sistema plantio direto irrigado (PDI), na profundidade, não apresentaram o mesmo desempenho que em PCI, mas podem ser consideradas aceitáveis, pois o RMSE foi em torno de 22%. Essa diferença relativa aponta para a necessidade de ajustes em rotinas no CROPGRO-Soja, contemplando de forma diferenciada os estoques hídricos no solo em sistema plantio direto, visando melhor o desempenho do modelo. Em preparo convencional não irrigado a diferença relativa foi 15% na camada entre 0,15 e 0,30 m. Por outro lado, em sistema plantio direto não irrigado a habilidade do modelo foi muito baixa, apresentando valor de 34,5 % para a raiz quadrada do erro médio, reforçando as evidências quanto à necessidade de ajustes em rotinas ou sub-rotinas no modelo para melhorar as predições dos teores de umidade do solo em sistema plantio direto. Em preparo convencional irrigado os valores simulados para as camadas de 0,30 e 0,45 m de profundidade podem ser considerados aceitáveis por apresentar erro (RMSE) em torno de 20%. Em sistema plantio direto irrigado a diferença relativa foi de 34%. Nessa mesma profundidade, nos tratamentos não irrigados o erro foi de 26% em PCNI e superior a 80% em PDNI, indicando imprecisão, pois o modelo não conseguiu prever a umidade volumétrica, nessa camada. Ressalta-se que os altos valores do erro quadrado médio e baixo valor de concordância do índice de Willmott et al (1985), apontam baixos desempenhos nas simulações do modelo para outras variáveis, já que a expressão do

padrão de crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultura depende do estoques hídrico no solo. Ao avaliar o desempenho do modelo CROPGRO para a soja, Paz et al (1998), após a calibração de parâmetros como condutividade hidráulica e profundidade do sistema radicular em 224 pontos em 16 ha, utilizando dados de rendimento de três anos em Iwoa, nos Estados Unidos da América, verificaram que o estresse hídrico explicou 69% do rendimento, em todos os pontos avaliados, indicando a importância de ajustes nos parâmetros do solo nas simulações de rendimento de grãos da cultura. Neste sentido, para aumentar o desempenho do modelo CROPGRO-Soja em sistema plantio direto há necessidade de ajustes nos parâmetros que simulam os limites de retenção de água no solo, capazes de simular os estoques hídricos observados no campo, que condicionam as reservas hídricas ao rendimento de grãos, em períodos de secagem do solo.

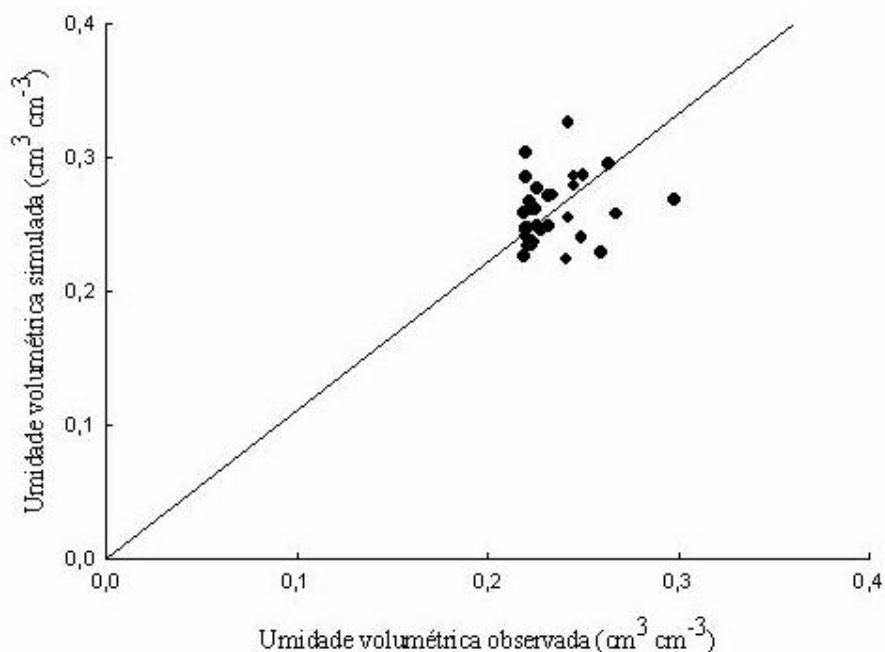


Figura 1. Umidade volumétrica simulada pelo modelo CROPGRO-Soja e observada na camada 0,15 e 0,30 m de profundidade, em experimento de campo em preparo convencional irrigado. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, 2003/04.

CONCLUSÃO: Em preparo convencional o modelo CROPGRO-Soja apresentou alto desempenho na predição dos estoques de água solo entre 0,15m e 0,30m. Em sistema plantio direto não irrigado, constatou-se baixo desempenho do modelo em simular a umidade volumétrica do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DALMAGO, G.A. Dinâmica da água no solo em cultivos de milho sob plantio direto e preparo convencional. 2004. 244 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; PARLANGE, M. B. Soil water retention curve, v. 1,0, Davis. Disquete. 1995.

HANKS, R.J.; SISSON, D.V.; HURST, R.L.; HUBBARD, K.G. Statistical analysis of results from irrigation experiments using the line-source sprinkler system. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, p. 886-888, 1980.

LOAGUE, K.; GREEN, R.E. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: overview and application. **Journal of Contaminant Hydrology**, v. 7, p.51-73, 1991.

PAZ, J. O.; BATCHELOR W. D.; COLVIN T. S.; LOGSDON S. D.; KASPAR T. C.; KARLEN D. L. Analysis of water stress effects causing spatial yield variability in soybeans. Transactions of the **American Society of Agricultural Engineers**. vol. 41, n.5, p. 1527-1534, 1998.

RITCHIE, J. T. Model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. **Water Res. Research**, v. 8, p. 1204-1213, 1972.

RITCHIE, J. T. Evapotranspiration empiricism for minimizing risk in rainfed agriculture. In: CONF. on ADVANCES IN EVAPOTRANSPIRATION. Chicago. Proceedings. St. Joseph, ASAE, p. 139-150, 1985.

RUIZ-NOGUEIRA, B.; BOOTE, K.J.; SAL, F. Calibration and use of CROPGRO-Soybean model for improving soybean management under rainfed conditions. **Agricultural Systems**, Oxon, v. 68, p. 151-163, 2001.

WILLMOTT, C.J.; AKLESON, G.S.; DAVIS, R.E.; FEDDEMA, J.J.; KLINK, K.M.; LEGATES, D.R.; O'DONNELL, J.; ROWE, C.M. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, v. 90, 8995-9005, 1985.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed form equation for prediction the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, 44: 892-898. 1980.