

MODELAGEM DA VARIAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO CULTIVADO COM FEIJÃO NO SUL DO BRASIL, UTILIZANDO O MODELO SIMDUALKC

CASSIANE R. ROSÁRIO¹, VIVIANE S. DE ÁVILA², MIRTA T. PETRY³, REIMAR CARLESSO³, HEZER S. GOMES¹

1 Acadêmico do curso de Agronomia, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria- RS Fone (055)9926-5914, cassiane.rodrigues.rosario@gmail.com.

2 Engo. Agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola - Departamento de Engenharia Rural, UFSM, Santa Maria -RS.

3 Engo. Agrônomo, Prof. Dr., Departamento de Engenharia Rural – UFSM, Santa Maria- RS.

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: O objetivo desse estudo foi calibrar e validar a metodologia da FAO dos coeficientes culturais duais para a cultura do feijão, e avaliar os impactos de diferentes estratégias de irrigação no balanço hídrico do solo. Durante o ano agrícola 2010/11 conduziu-se um experimento em Santa Maria, RS, cujos tratamentos consistiram na imposição de diferentes níveis de déficit hídrico à cultura do feijoeiro. Utilizou-se o modelo de balanço hídrico SIMDualKc, que foi calibrado com um dos tratamentos e validado com os demais. Os resultados demonstraram que não houve indução de déficit hídrico nos tratamentos com 100 e 75% da reposição da evapotranspiração da cultura (ET_c), enquanto nos tratamentos com reposição de 50 e 25% da ET_c , observou-se a ocorrência de déficit hídrico. Indicadores estatísticos mostram boa concordância entre os dados observados e simulados de água disponível no solo (ASW), com um R^2 de 0,98 e RMSE de 5% da água total disponível. Os valores do coeficiente de cultura basal (K_{cb}) calibrados para o período inicial, intermediário e final foram de 0,15; 1,03 e 0,2, respectivamente. O SIMDualKc não apresentou tendência para sub ou superestimar a ASW durante os diferentes estádios de desenvolvimento das plantas e permitiu determinar os coeficientes de cultura basal.

PALAVRAS-CHAVE: modelo SIMDualKc, Coeficientes culturais duais, Balanço hídrico.

MODELING THE SOIL WATER BALANCE OF COMMON BEANS IN SOUTHERN BRAZIL USING THE SIMDUALKC MODEL

ABSTRACT: This study aimed to calibrate and validate the FAO dual crop coefficient approach for common beans crop, and evaluate the impact of different irrigation strategies on soil water balance. An experiment was conducted in Santa Maria, RS state, during the 2010/11 growing season, whose treatments consisted of the imposition of different levels of deficit irrigation on common beans. We used the water balance model SIMDualKc, which was calibrated with one of the treatments and validated with the other treatments. Results demonstrated that there was no water stress induction for the treatments that aimed at fulfilling 100 and 75% of crop evapotranspiration (ET_c), while for the treatment that aimed at fulfilling 50 and 25% of ET_c , moderate to severe soil water deficit was observed. Statistical indicators shows good agreement between the observed and simulated available soil water data, with $R^2 = 0.98$ and RMSE = 5% of the total available water. The basal crop coefficients (K_{cb}) values obtained were 0,15, 1,03 and 0,20 for the initial, mid-season and end season, respectively. The SIMDualKc model does not present any tendency to under or overestimate the ASW during the different crop growing stages and allowed the basal crop coefficient determinations.

KEYWORDS: SIMDualKc model, dual crop coefficients, water balance.

INTRODUÇÃO: O manejo das culturas irrigadas se propõe a atender a demanda hídrica das culturas, visando o aumento da produtividade, sem considerar a quantidade de água utilizada (LOPES et al., 2011). Melhorar a produtividade da água e das culturas pode ser alcançada mediante a adoção da irrigação deficitária (PEREIRA et al., 2012), aplicando lâminas inferiores às necessárias para satisfazer as necessidades hídricas da cultura, afetando a evapotranspiração e a produtividade. Entretanto, a redução da produtividade deve ser mínima, ao ponto de manter o retorno econômico da cultura irrigada (RODRIGUES et al., 2013). Modelos matemáticos auxiliam na adequação do manejo da irrigação à demanda atmosférica, associando-os a outros fatores como às características do clima, do solo, da cultura e a demanda hídrica. Essa adequação da irrigação necessita de ferramentas rápidas e fáceis de serem utilizadas, com resultados exatos, conforme se propõe o modelo SIMDualKc (ROSA et al. 2012 a; b). O modelo calcula a ET_c através da metodologia dos coeficientes de cultivo duais (K_c dual) (ALLEN et al, 1998; 2005), considerando separadamente, a transpiração das plantas e a água evaporada do solo, o que permite uma melhor avaliação do manejo da irrigação, seja ela plena ou deficitária (ROSA et al. 2012 a; b), em plantio convencional ou na presença de resíduos vegetais que reduzem a evaporação da água do solo (ODHIAMBO e IRMAK, 2012; MARTINS et al., 2013). Assim, os objetivos deste estudo foram: (a) calibrar os coeficientes duais utilizando o modelo SIMDualKc para a cultura do feijão, cultivado com resíduos culturais na superfície do solo; (b) avaliar os impactos irrigação plena e deficitária na transpiração e evaporação e em sistema de irrigação por gotejamento.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em área experimental do Departamento de Engenharia Rural, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) na região central do estado do Rio Grande do Sul, durante o ano agrícola de 2010/11. O clima do local é um "cfa", subtropical úmido, segundo classificação de Köppen (KOTTEK et al., 2006)). O solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico (STRECK et al., 2008). Utilizou-se a cultura do feijão, a qual foi conduzida no interior de uma cobertura móvel (RainoutShelter), no período entre 25 de Setembro de 2010 e 04 de Janeiro de 2011 Esta estrutura movimentava-se sobre trilhos, com orientação Leste-Oeste, acionada toda vez que ocorria precipitação, o que tornou possível a imposição de tratamentos com déficit hídrico com precisão, sem influência de chuvas. Foram utilizados quatro tratamentos: F1: reposição de 100% de evapotranspiração acumulada da cultura (ET_c ac); F2: com reposição de 75% da ET_c ac; F3: com reposição de 50% da ET_c ac; e F4: com reposição de 25% da ET_c ac. Utilizou-se a cultivar Tizio, com densidade de 24 plantas m^{-2} , em sistema de plantio direto (2 Mg ha^{-1} de palha) e espaçamento entre linhas de 0,5. A ET_o foi estimada pelo método Penman-Monteith proposto pela FAO (ALLEN et al., 1998). Para a necessidade de irrigação, foi estimada através da ET_c diária, ($ET_c = ET_o \times K_c$) utilizando os K_c propostos por Allen et al. (1998). O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento. O modelo SIMDualKc, descrito (Rosa, et al., 2012) foi utilizado para simular o balanço hídrico do solo através dos coeficientes duais, para calcular a ET_c , separando-a em duas partes: E_s e T_c . Os dados de entrada do modelo foram: Dados do solo, que permitiram o cálculo da água total disponível (TAW, mm), água prontamente disponível (RAW, mm), bem como, os valores iniciais de água total evaporável (TEW, mm), água prontamente evaporável (REW) e a espessura da camada de solo com água evaporável (Z_e); dados referentes à irrigação, dados meteorológicos para variáveis climáticas, dados específicos de cada cultura. Além dos dados observados, o modelo SIMDualKc, para realizar a simulação, necessita de dados não observados os quais

referem-se as culturas e também parâmetros que caracterizem a evaporação de água do solo. A calibração tem o objetivo de minimizar as diferenças entre as curvas de ASW para os dados observados e simulados. Os dados de saída do modelo são os componentes do que um balanço hídrico diário do solo, composto por dados diários referentes à ASW, ET_c e seus respectivos componentes, E_s e T_c , todos em lâmina d'água ($mm\ dia^{-1}$). A relação entre os dados observados e simulados foi avaliada através de um conjunto de indicadores descritos por Martins et al.,2013.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados demonstram que, para a cultura do feijão, não houve indução de déficit hídrico nos tratamentos F1 (Figura 1, a) e F2, pois toda a ASW observada ficou acima da linha da RAW, que é o limite para a ocorrência de déficit hídrico, que demonstra que a água disponível no solo, ao longo do ciclo, foi suficiente para suprir a necessidade da cultura nestes dois tratamentos, sem a ocorrência de déficit hídrico. Entretanto, houve uma redução na produtividade de 14,69% do tratamento F2 em relação ao tratamento F1, tendo em vista que o tratamento F2 teve menor reposição de água ao longo do ciclo em relação ao F1. Já nos tratamentos F3 e F4 (Figura 1, b), as respectivas curvas da ASW ficaram abaixo do limite da RAW, indicando a ocorrência de déficit hídrico. No tratamento F3, o déficit se deu a partir dos 76 dias após a semeadura (DAS), que representa o final do estágio de meia estação. No tratamento F4, o déficit hídrico teve início ainda mais cedo, a partir dos 64 DAS, que representa a porção intermediária do estágio de meia estação, ou seja, o período de maior demanda hídrica da cultura, tendo em vista que a altura das plantas e o IAF atingem seus valores máximos nessa fase, o que justifica a maior capacidade transpiratória da cultura. Essa ocorrência de déficit hídrico nos tratamentos F3 e F4 também está relacionada ao período do ano em que ocorreram, final de novembro e início de dezembro, época em que as temperaturas médias e radiação solar estavam aumentando gradativamente, o que aumentou a probabilidade de ocorrência de déficit hídrico nas culturas. Esses tratamentos também apresentaram reduções nas produtividades da ordem de 32,2% e 54,6%, respectivamente, em relação ao tratamento F1, que recebeu maior quantidade de água.

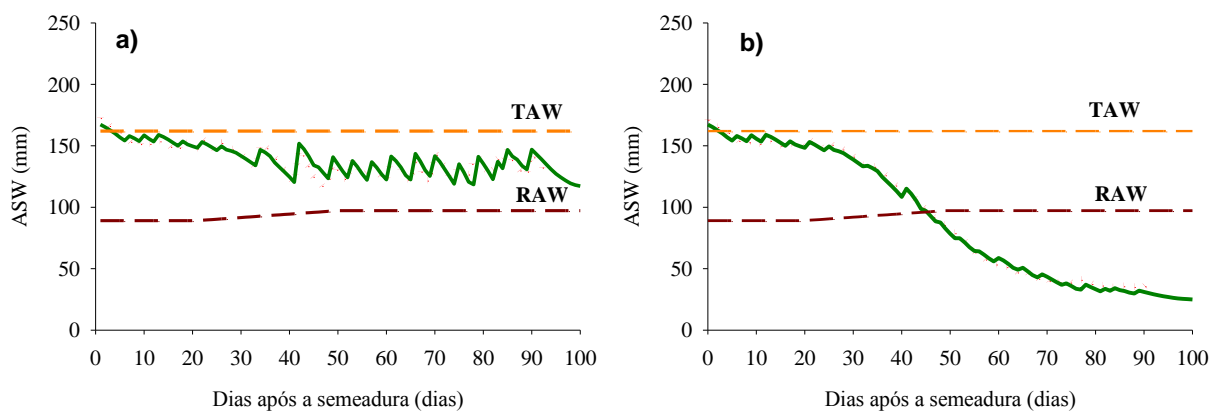


FIGURA 1. Comparação diária entre a água disponível no solo (ASW, mm) observada e simulada, para os tratamentos com 100% (a) e 25% (b) de reposição da ET_c , sendo ● dados observados e — dados simulados.

Os indicadores estatísticos resultaram num b_0 entre 1,01 e 1,02 para todos os tratamentos, o que indica que a ASW simulada pelo modelo correspondeu bem às observações de água no solo. O R^2 variou de 0,86 a 0,96, o que indica, portanto, que a maior parte das variações pode ser explicada pelo modelo. Os erros de estimativa foram relativamente baixos, com um

RMSE médio, para todos os tratamentos, de menos de 5.0 mm, que representa cerca de 5% do TAW. A EF variou de 0,86 a 1,0, o que indica que a magnitude relativa da variância residual é comparável à da variância dos dados medidos.

CONCLUSÕES: O modelo SIMDualKc não apresentou qualquer tendência para sub ou superestimar o conteúdo de água no solo durante os diferentes estádios de crescimento das plantas, até a colheita. Indicadores relativos a erros mostraram que estes são pequenos, menores do que 3,12% da ASW total. O modelo SIMDualKc permitiu determinar os coeficientes de cultura basal (K_{cb}). Portanto, os parâmetros determinados das culturas podem ser utilizados em outros lugares no sul do Brasil, a menos que as condições ambientais sejam muito distintas.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., & SMITH, M. **Crop evapotranspiration.** Guidelines for computing crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy: FAO, 300 pp., 1998.
- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., SMITH, M., RAES, D., & WRIGHT, J. L. **FAO-56 dual crop coefficient method for estimating evaporation from soil and application extensions.** Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 131, 2-13, 2005.
- KOTTEK, M., J. GRIESER, C. BECK, B. RUDOLF, AND F. RUBEL. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorol. Z., 15, 259-263, 2006.
- LOPES, A.S.; OLIVEIRA, G.Q.; SOUTO FILHO, S.N.; GOES, R.J.; CAMACHO, M.A. **Manejo de irrigação e nitrogênio em feijoeiro comum cultivado em sistema de plantio direto.** Revista Ciência Agronômica, v.42, n.1, p.51-56, 2011.
- MARTINS, J.D., RODRIGUES, G.C., PAREDES, P., CARLESSO, R., OLIVEIRA, Z.B., KNIES, A.E., PETRY, M.T., PEREIRA, L.S. **Dual crop coefficients for maize in southern Brazil: model testing for sprinkler and drip irrigation and mulched soil.** Biosyst. Eng.115, 291–310, 2013.
- ODHIAMBO, L. O., & IRMAK, S. **Evaluation of the impact of surface cover on single and dual crop coefficient for estimating soybean actual evapotranspiration.** Agric. Water Manage, 104, 221-234, 2012.
- RODRIGUES, G.C., PAREDES, P., GONÇALVES, J.M., ALVES, I., PEREIRA, L.S., 2013. **Comparing sprinkler and drip irrigation systems for full and deficit irrigated maize using multicriteria.** Agric. Water Manage 126, 85–96.
- ROSA, R. D., PAREDES, P., RODRIGUES, G. C., FERNANDO, R. M., ALVES, I., PEREIRA, L. S., et al. . **Implementing the dual crop coefficient approach in interactive software. 2.Model testing.** Agric. Water Manage, 103, 62-77, 2012.
- ROSA, R. D., PAREDES, P., RODRIGUES, G. C., ALVES, I., FERNANDO, R. M., PEREIRA, L. S., et al. **Implementing the dual crop coefficient approach in interactive software. 1. Background and computational strategy.** Agric. Water Manage, 103, 8 -24, 2012.
- STRECK, E. V., KÄMPF, N., DALMOLIN, R. S. D., KLAMT, E., NASCIMENTO, P. C. DO., SCHNEIDER, P., et al. SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL (2nd ed.). Porto Alegre: Emater/RS, 222 pp, 2008.