

## ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DA IRRIGAÇÃO DA SOJA UTILIZANDO MODELO DE BALANÇO HÍDRICO DO SOLO E DADOS DA PREVISÃO DO TEMPO

ZANANDRA BOFF DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, CLARISSA MORAES DA SILVA<sup>2</sup>, HELOÍSA  
DE GOIS<sup>2</sup>, GABRIEL MIRITZ<sup>2</sup>, ALEXANDRE GONCALVES KURY<sup>2</sup>, LARRISA  
RIBEIRO RODRIGUES<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eng. agrícola, Dra. em Engenharia agrícola, Profa. da Universidade Federal de Santa Maria Campus Cachoeira do Sul.  
Fone: 55-99514231, e-mail: zanandraboff@gmail.com

<sup>2</sup> Estudantes do Curso de Engenharia agrícola da Universidade Federal de Santa Maria Campus Cachoeira do Sul.

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

**RESUMO:** O presente estudo tem como objetivo estimar a necessidade de irrigação suplementar da soja utilizando o modelo de balanço hídrico CROPWAT com dados da previsão do tempo. Para isso, o estudo foi conduzido em duas etapas: (i) coleta de dados de solo, da previsão meteorológica e da cultura em três anos agrícolas: 2017/18, 2018/19 e 2019; (ii) modelagem das condições observadas a campo pelo modelo CROPWAT. A modelagem foi eficiente ( $d=0,99$ ) para a estimativa da capacidade de água disponível no solo, apresentando baixo erro ( $RMSE = 2,18$  mm) em comparação a valores medidos à campo, resultando na recomendação da lâmina de irrigação igual a aplicada na cultura. A utilização do modelo de balanço hídrico do solo CROPWAT com dados da previsão do tempo pode ser utilizada como ferramenta para a estimativa da necessidade de irrigação suplementar da soja nas condições edafoclimáticas de Cachoeira do Sul-RS.

**PALAVRAS-CHAVE:** balanço hídrico; manejo da irrigação; previsão meteorológica.

### ESTIMATE OF THE NEED FOR SOY IRRIGATION USING THE SOIL WATER BALANCE MODEL AND TIME FORECAST DATA

**ABSTRACT:** The present study aims to estimate the need for supplementary irrigation of soybeans using the CROPWAT water balance model with weather forecast data. For this, the study was conducted in two stages: (i) collection of soil data, meteorological forecast and culture in three agricultural years: 2017/18, 2018/19 and 2019; (ii) modeling of the conditions observed in the field by the CROPWAT model. The modeling was efficient ( $d=0.99$ ) for estimating the available water capacity in the soil, with low error ( $RMSE=2.18$  mm) compared to values measured in the field, resulting in the recommendation of the same irrigation depth applied in culture. The use of the CROPWAT soil water balance model with data from the weather forecast can be used as a tool to estimate the need for supplementary irrigation of soybeans in the edaphoclimatic conditions of Cachoeira do Sul-RS.

**KEYWORDS:** water balance; irrigation management; weather forecast.

**INTRODUÇÃO:** O estado do Rio Grande do Sul aparece em terceiro lugar no ranking entre os estados que mais produzem soja no Brasil. No ano de 2018, produziu 17,08 milhões de toneladas cultivadas em 5,71 milhões de hectares. Destacando-se o município de Cachoeira do Sul, como segundo maior produtor do grão no estado, com uma área cultivada de 142,7

mil hectares (EMATER, 2018). O déficit hídrico é traz prejuízos a cultura da soja no RS (MATZENAUER et al., 2003), sendo causado pela distribuição irregular das precipitações pluviais e elevada demanda evaporativa da atmosfera (ZIPPER; QIU; KUCHARIK, 2016). Nesse sentido, a irrigação é uma tecnologia que pode contribuir para o incremento de produtividade da cultura da soja no Estado do RS. Contudo, para que a irrigação cumpra com seu propósito, ela deve ser manejada de forma correta. A utilização de modelos de balanço hídrico do solo com de dados da previsão do tempo pode ser uma alternativa de baixo custo e eficiente para auxiliar na recomendação da irrigação em locais que não há a disponibilidade de dados meteorológicos medidos (CAI et al., 2009; OLIVEIRA, 2015). Com isso, o presente estudo tem como objetivo estimar a necessidade de irrigação suplementar da soja utilizando o modelo de balanço hídrico CROPWAT com dados da previsão do tempo nas condições edafoclimáticas de Cachoeira do Sul - RS.

**MATERIAL E MÉTODOS:** o estudo foi conduzido em duas etapas: (i) coleta de dados de solo, da previsão meteorológica e da cultura em três anos agrícolas: 2017/18, 2018/19 e 2019; (ii) modelagem das condições observadas a campo pelo modelo CROPWAT. Os dados de campo foram coletados de experimentos com a cultura da soja em área experimental da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), no município de Cachoeira do Sul - RS (29°53' S e 53°00' W, altitude de 125 m). O solo local é um Argissolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2013), cujas características físico-hídricas foram avaliadas em laboratório, observando-se uma capacidade de água disponível (CAD) de 112,02 mm (de 0 a 60 cm de profundidade). A cultivar de soja em análise é a Nidera 4823 RR, com semeadura realizada no dia 1/11/2017 para o ano agrícola 2017/18, no dia 21/11/2018 para o ano agrícola 2018/19 e no dia 11/01/2019 para o ano agrícola de 2019. A irrigação foi realizada por meio de aspersores convencionais, sendo as seguintes lâminas fixas aplicadas: 12 mm (2017/18) e (2019), 15 mm (2018/19). A determinação da necessidade de irrigação baseou-se na metodologia proposta por Allen et al. (1998). A ETo foi estimada pelo método FAO – PM com dados da previsão do tempo, conforme realizado por Oliveira (2015). O fator de disponibilidade hídrica utilizado foi de 0,4 e de 0,65 para o estabelecimento da capacidade disponível de água real (CAD real), para os anos agrícolas 2017/18 e 2018/19 – 2019, respectivamente. Os dados culturais de: fenologia, altura de plantas e fator de cobertura do solo (fc) foram medidos semanalmente. Para o monitoramento da capacidade de água disponível no solo (CAD atual), a umidade volumétrica do solo foi medida por um conjunto FDR, com sensores instalados até 60 cm de profundidade. A partir dos dados coletados durante os experimentos de campo o modelo CROPWAT foi rodado uma vez para cada experimento. Para a programação das irrigações pelo modelo utilizou-se os mesmos parâmetros utilizados para o manejo da irrigação da cultura: depleção fixa de e lâminas fixas. Os resultados de CAD observada (medida à campo) e CAD simulada pelo modelo foram comparados por indicadores estatísticos: coeficiente linear de regressão (b0), coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), raiz quadrada do quadrado médio do erro (RMSE) e índice de concordância de Willmott (d) (WILLMOTT et al. 1985).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os indicadores estatísticos apresentados juntamente com o gráfico que compara valores estimados e observados de CAD (Figura 1), demonstram elevada correlação (R<sup>2</sup>=0,97) e eficiência (d=0,99) da estimativa, com um baixo RMSE (2,18 mm). O RMSE obtido representa 1,94% da CAD. Martins et al. (2013) simulando o balanço hídrico para a cultura do milho na região Sul do Brasil com o modelo obteve valores de RMSE variando entre 2 a 3,3% da CAD. A utilização do modelo de balanço hídrico CROPWAT com dados da previsão do tempo resultou na recomendação da lâmina de irrigação igual a aplicada

na cultura, sendo está de 132, 135 e 60 mm, respectivamente, para os anos agrícolas 2017/18, 2018/19 e 2019 (Tabela 1).

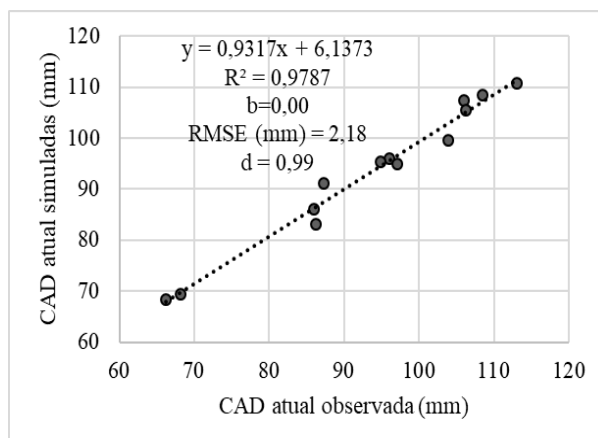


FIGURA 1 – Valores de CAD observados nos anos agrícolas (2017/18, 2018/19 e 2019) e simulados pelo modelo CROPWAT. Indicadores estatísticos ( $R^2$ , b, RMSE e d) para a comparação entre valores obserados e estimados. Cachoeira do Sul, 2020.

TABELA 1 – Componentes do balanço hídrico da soja para três anos agrícolas. Cachoeira do Sul, 2020.

Período	ETc máxima (mm/dia)	ETc acumulada (mm)	Variação do armazenamento(mm)	Chuva acumulada (mm)	Irrigação acumulada (mm)
2017-2018					
Inicial	0,9	14,6	-5,0	16,0	0,0
Rápido desenv.	6,9	109,1	-26,7	149,0	0,0
Médio	7,5	147,0	-22,2	48,0	84,0
Final	4,2	90,2	22,8	85,0	48,0
2018-19					
Inicial	1,0	13,0	-4,1	161,0	0,0
Rápido desenv.	6,6	83,3	-21,3	108,0	15,0
Médio	6,8	211,3	-9,8	209,0	90,0
Final	4,6	86,4	20,1	128,0	30,0
2019					
Inicial	0,8	8,40	16,30	160,0	0,0
Rápido desenv.	3,4	24,2	3,90	64,0	0,0
Médio	4,9	119,7	-21,4	99,0	48,0
Final	3,7	70,6	20,9	134,0	12,0

ETc: evapotranspiração da cultura.

No ano de 2017/18 as chuvas ficaram abaixo do necessário para suprir a demanda da cultura, razão pela qual tem-se uma maior redução do armazenamento de água no solo e uma ETc acumulada menor em comparação ao ano de 2018/19 (Tabela 1), ambos com duração do ciclo bem parecida (116 dias). Já, para a semeadura de safrinha (2019) as características meteorológicas do período de menor demanda atmosférica e a redução no ciclo (93 dias),

impactam em menores valores de ETc acumulada, comparada a semeadura de safra (2017/18 e 2018/19). Nos três anos agrícolas as irrigações concentram-se no período reprodutivo da cultura, em função da elevada demanda evapotranspirométrica (até 7,5 mm dia<sup>-1</sup>) e da distribuição irregular das chuvas, até 20 dias sem chover (41 aos 61 DAS). Matzenauer et al. (2003) afirma que é frequente a ocorrência de deficiência hídrica durante o período crítico da soja no RS

**CONCLUSÕES:** A utilização o modelo de balanço hídrico do solo CROPWAT com dados da previsão do tempo pode ser utilizada como ferramenta para a determinação da necessidade de irrigação da soja nas condições edafoclimáticas de Cachoeira do Sul -RS, apresentando eficiência (d=0,99) para a estimativa da capacidade de água disponível no solo e baixo erro (RMSE = 2,18 mm).

## **REFERÊNCIAS:**

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998, 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

CAI, J. B.; LIU, Y.; XU, D.; PARDES, P.; PEREIRA, L.S. Simulation of the soil water balance of wheat using daily weather forecast messages to estimate the reference evapotranspiration. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.13, p.1045–1059, 2009.

EMATER/RS. 2018a. **Emater divulga dados oficiais da colheita de soja no Rio Grande do Sul**. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/emater-divulga-dados-oficiais-da-colheita-de-soja-no-rio-grande-do-sul> Acesso em: 12 dez. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 353p. 2013.

OLIVEIRA, Z.B. de. ESTIMATED EVAPOTRANSPIRATION FORECAST OF DAILY DATA FROM WEATHER. 2015. 95 f. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

MATZENAUER, R.; BARNI, N.A.; MALUF, J.R.T. Estimativa do consumo relativo de água para a cultura da soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.1013-1019, 2003.

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. **Bioprocess and Biosystems Engineering**.v.115, p. 291 - 310, 2013

WILLMOTT, C.J. et al. Statistics for evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v.0, n.C5, p.8995-9005, 1985.

ZIPPER, S. C.; QIU, J.; KUCHARIK, C. J. Drought effects on US maize and soybean production: spatiotemporal patterns and historical changes. **Environmental Research Letters**, v.11, 094021, 2016.