

## ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO DO MILHO DE SEGUNDA SAFRA EM MARECHAL CÂNDIDO RONDON, PR

FABRÍCIO CORREIA OLIVEIRA<sup>1</sup>, THARSOS HISTER GIOVANELLA<sup>4</sup> VINÍCIUS AMADEU STUANI PEREIRA<sup>3</sup>, PABLO HENRIQUE FINKEN<sup>4</sup>, GILVAN MOISÉS BERTOLLO<sup>2</sup>, ALISON DE MEIRA RAMOS<sup>4</sup>,

<sup>1</sup>Engo Agrônomo, Prof. Dr., Curso de Agronomia, UTFPR, Santa Helena - PR, Fone: (045) 3268.8818, fcoliveira@utfpr.edu.br

<sup>2</sup>Engº Agrônomo, Prof. Dr., Curso de Agronomia, UTFPR, Santa Helena - PR

<sup>3</sup>Engº Cartógrafo, Prof. Dr., Curso de Agronomia, UTFPR, Santa Helena - PR

<sup>4</sup>Graduando em Agronomia, UTFPR, Santa Helena - PR

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

**RESUMO:** Esta pesquisa teve como objetivo avaliar diferentes modelos empíricos para o cálculo de evapotranspiração sobre a estimativa da necessidade de irrigação do milho de segunda época em Marechal Cândido Rondon, PR. Para isso foram analisadas condições ambientais em um ano seco e um ano úmido. O modelo que apresentou melhor desempenho foi o de Jesen-Haise, no ano úmido, e Penman-Monteith com dados incompletos, para ano seco.

**PALAVRAS-CHAVE:** evapotranspiração, oeste do Paraná, manejo de irrigação

### ESTIMATE OF THE NEED FOR IRRIGATION OF SECOND HARVEST CORN IN MARECHAL CÂNDIDO RONDON, PR

**ABSTRACT:** This research aimed to evaluate different empirical models to estimate the need for irrigation of second season corn in Marechal Cândido Rondon, PR. For that, environmental conditions were analyzed in a dry year and a wet year. The agrometeorological model that showed the best performance was the Jesen-Haise, in the wet year, and Penman-Monteith with incomplete data, for the dry year.

**KEYWORDS:** evaporation, west of Paraná, management of irrigation

**INTRODUÇÃO:** Tradicionalmente o milho de segunda época vem sendo cultivado como cultura sucessora à soja em diversas regiões do Brasil. Entretanto, o bom desempenho da cultura é fortemente dependente das condições meteorológicas locais. No estado do Paraná, em geral, recomenda-se que a cultura seja semeada no máximo até o final do mês de fevereiro para evitar períodos de baixa temperatura e déficits hídricos (CARDOSO; FARIA; FOLEGATTI, 2004). A cultura do milho apresenta relativamente elevada demanda de água durante o ciclo, em torno de 500 a 800 mm (SOBENKO et al., 2016). O cultivo de segunda época é considerado de risco, uma vez que a necessidade hídrica aumenta substancialmente nas fases de prefloração e enchimento de grãos, devido ao elevado aumento da transpiração e aumento de atividades fisiológicas responsáveis pela formação dos zigotos (BERGAMASCHI et al., 2006). Em geral, o déficit hídrico é o maior responsável pelas reduções de produtividades da cultura, assim, a quantificação das necessidades hídricas em condições locais se tornam fundamentais para possibilitar análises de viabilidade de irrigação (OLIVEIRA et al., 2016). Uma das formas mais utilizadas para quantificar a demanda hídrica, considera que a necessidade diária de água de uma cultura corresponde a sua evapotranspiração diária (SILVA et al., 2019). Buscando

contribuir com o planejamento da produção de milho de segunda época, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a diferentes modelos agrometeorológicos para estimativa da necessidade de irrigação do milho de segunda época em Marechal Cândido Rondon, PR.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para realização desta pesquisa foram utilizados dados meteorológicos proveniente da rede de estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foi utilizado dados da estação localizada em Marechal Cândido Rondon, Paraná. A estação situa-se entre as coordenadas 24°32' S e 54°01' W, apresentando 392 m de altitude. Foram utilizados dados meteorológicos horários de temperatura do ar (°C), velocidade do vento a 2 m de altura ( $m s^{-1}$ ), radiação solar global ( $MJ m^{-2} d^{-1}$ ) e umidade relativa (%) para um período de quatro anos, de 2016 a 2019. A escolha da data de semeadura e dos parâmetros da cultura e do solo foram selecionados seguindo a recomendação do Ministério da Agricultura e Abastecimento para o estado do Paraná (Portaria 354, 12 de novembro de 2019). Foi selecionado variedade do grupo I (precoce), com 130 dias de cultivo, solo do tipo 3 (capacidade de água disponível de 72 mm). Optou-se pela semeadura no dia 20 de fevereiro. Inicialmente, foi selecionado um ano úmido e um seco, considerando o período de 130 dias de cultivo. 2017 foi o ano úmido, com 576,2 mm e 2019 o ano seco, com 443,2 mm de chuva. Posteriormente, foram calculados os valores de evapotranspiração de referência diários ( $ET_o$ ) utilizando o método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). Para analisar a disponibilidade de água no período de cultivo, foi realizado o balanço hídrico de Thornwaite-Mather para o ano úmido e seco (PEREIRA, 2005). o coeficiente de cultura ( $K_c$ ) para cada fase foram: inicial, 0,3 (0 a 22 dias); vegetativa, 0,3 a 1,2 (23 a 59 dias); produção, 1,2 (60 a 98 dias); maturação, 1,2 a 0,35 (99 a 119 dias); colheita, 0,35 (120 a 130 dias) (SOBENKO et al., 2016). Em seguida, determinou-se a necessidade de irrigação (IRN, mm) utilizando diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência. Foram utilizados o método de Hargreaves-Samani (HG), Jesen-Haise (JH), Penman-Monteith com dados incompletos (PM-out) e Priestley-Taylor (PT) (ALLEN et al., 1998; CUNHA; MAGALHÃES; CASTRO, 2013). Foi realizada análise do desempenho entre os métodos de evapotranspiração utilizando como referência os valores do coeficiente de determinação,  $r^2$ , índice de concordância de Willmott, índice de desempenho, c e da raiz quadrada do erro médio, RMSE. As necessidades de irrigação obtidas pelos diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração foram comparadas tomando-se como referência o método de Penman-Monteith. Foi determinado o erro absoluto e relativo entre as necessidades de irrigação para verificar se algum método empírico de determinação de  $ET_o$  pode ser utilizado para realizar o manejo da irrigação de maneira satisfatória.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Após realização do balanço hídrico de Thornthwaite-Mather, observou-se que na maioria dos dias de cultivo a cultura do milho de segunda época se encontra em déficit hídrico, uma vez que a relação  $ETR/ET_c$  estão abaixo da unidade (um). Quando  $ETR/ET_c$  equivale a um, a demanda hídrica da cultura ( $ET_c$ ) esta sendo suprida (CARDOSO; FARIA; FOLEGATTI, 2004; PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002). Também se observa que o déficit ocorre predominantemente entre 45 a 128 dias de cultivo, sendo mais severo no ano seco (2019) (Figura 1).

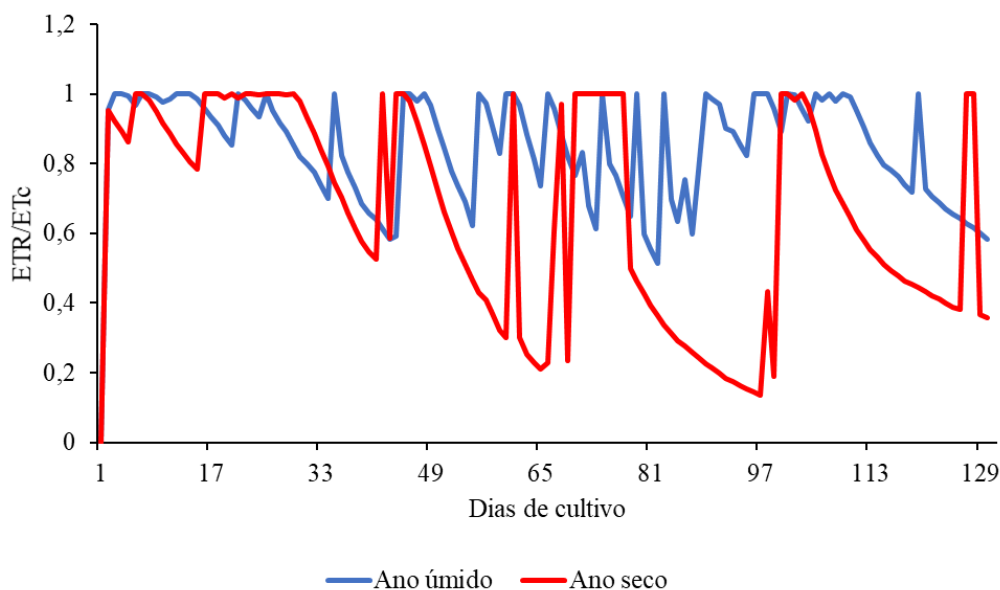


FIGURA 1. Variação da relação ETR/ETc para cultura do milho de segunda época em função do período de cultivo em Marechal Cândido Rondon, PR, em 2019

Inicialmente, foi analisado o desempenho de modelos para estimativa da ETo, observa-se que no ano seco e úmido, o melhor modelo alternativo para estimativa de ETo foi o de Priestley-Taylor, uma vez que apresentaram melhores parâmetros estatísticos de desempenho (TABELA 1).

TABELA 1. Estimativa da raiz quadrada do erro médio, (RMSE), índice de concordância de Willmott (d) e índice de desempenho, (c) obtidos das correlações entre o método de Penman-Monteith e os demais métodos avaliados no ano seco (2019) e úmido (2017)

Ano seco (2019)				
Modelos	RMSE	d	c	Desempenho
Hargreaves-Samani	1,91	0,997	0,802	muito bom
Jesen-Haise	1,59	0,997	0,767	muito bom
Penman-Monteith dados incompletos	1,59	0,997	0,767	muito bom
Priestley-Taylor	2,52	0,997	0,931	ótimo
Ano úmido (2017)				
Modelos	RMSE	d	c	Desempenho
Hargreaves-Samani	2,02	0,996	0,702	bom
Jesen-Haise	1,91	0,997	0,703	bom
Penman-Monteith dados incompletos	1,91	0,996	0,644	mediano
Priestley-Taylor	2,50	0,996	0,701	bom

Em seguida, realizou-se o balanço hídrico para irrigação utilizando os diferentes modelos de estimativa de ETo. Verificou-se o melhor modelo de estimativa de ETo não foi a melhor alternativa para realizar o manejo da irrigação. Para o manejo da irrigação, o modelo que mais se aproximou do método padrão (Penman-Monteith) foi o de Jesen-Haise, no ano úmido, e Penman-Monteith com dados incompletos, para ano seco (TABELA 2).

Tabela 2. Valores de necessidade de irrigação (IRN), número de irrigação (NI), erro absoluto (EA) e erro relativo (ER) para o ano úmido e seco estimados por diferentes modelos de determinação da evapotranspiração de referência

Modelos	Ano úmido (2017)				Ano seco (2019)			
	IRN (mm)	NI	EA (mm)	ER (%)	IRN (mm)	NI	EA (mm)	ER (%)
PM	262,97	7	-	-	338,57	9	-	-
HG	230,20	6	32,77	12,46	228,79	6	109,78	32,42
JH	260,38	7	2,59	0,99	260,47	7	78,10	23,07
PM-out	331,46	9	-68,49	26,04	379,65	10	-41,08	12,13
PT	338,85	9	-75,88	28,85	394,22	11	-55,65	16,44

\*Penman-Monteith (PM), Hargreaves-Samani (HS), Jesen-Haise (JH), Penman-Monteith com dados incompletos (PM-out), Priestley-Taylor (PT)

**CONCLUSÕES:** Entres os modelos empíricos avaliados, o modelo que apresentou melhor desempenho para realizar manejo da irrigação do milho de segunda época cultivado em Marechal Cândido Rondon, PR foi o de Jesen-Haise, no ano úmido, e Penman-Monteith com dados incompletos, para ano seco.

**AGRADECIMENTOS:** À Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e à Fundação Araucária pelo apoio financeiro.

#### REFERÊNCIAS:

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration : guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RADIN, B.; MENEGASSI BIANCHI, C. A.; PEREIRA, P. G. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 243–249, 2006.
- CARDOSO, C. O.; FARIA, R. T. De; FOLEGATTI, M. V. Simulação do rendimento e riscos climáticos para o milho safrinha em Londrina - PR, utilizando o modelo CERES-Maize. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 2, p. 291–300, 2004.
- CUNHA, F. F.; MAGALHÃES, F. F.; CASTRO, M. A. Método para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul - MS. **Engenharia na Agricultura**, v. 21, n. 2, p. 159–172, 2013.
- OLIVEIRA, F. .; GEISENHOF, L. .; ALMEIDA, A. C. .; LIMA JUNIOR, J. .; LAVANHOLI, R. Economic feasibility of irrigation systems in broccoli crop. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 3, p. 460–468, 2016.
- PEREIRA, A. R. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 311–313, 2005.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., 2002.
- SILVA, E. H. F. M.; GONÇALVES, A. O.; PEREIRA, R. A.; FATTORI JÚNIOR, I. M.; SOBENKO, L. R.; MARIN, F. R. Soybean irrigation requirements and canopy-atmosphere coupling in Southern Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 218, n. March, p. 1–7, 2019.
- SOBENKO, L. R.; DUARTE, E.; JÚNIOR, F.; NETO, O.; SANTOS, A.; ALVES, A. Estimativa da necessidade de irrigação na cultura do milho “safrinha” em Sorriso-MT por métodos agroclimatológicos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 1, p. 73–85, 2016.