

PRODUTIVIDADE DA ÁGUA PARA CULTURA DO MILHO CULTIVADO NO SISTEMA SULCO-CAMALHÃO EM TERRAS BAIXAS

LETICIA BURKERT MÉLLO-ARAÚJO¹, MARÍLIA ALVES BRITO PINTO²,
ALEXSSANDRA DAYANE SOARES DE CAMPOS³, JOSÉ MARIA BARBAT
PARFITT⁴, LESSANDRO COLL FARIA⁵, LUIS CARLOS TIMM⁶

¹ Doutoranda no PPG em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Pelotas, leticiaburkert@gmail.com

² Pós-doutoranda no PPG em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Pelotas, ma.agro@gmail.com

³ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, alexssandra1_sc@yahoo.com.br

⁴ Pesquisador na Estação Experimental Terras Baixas, Embrapa Clima Temperado, jose.parfitt@embrapa.br

⁵ Prof. Dr. no Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, lessandro.faria@ufpel.edu.br

⁶ Prof. Dr. no Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Pelotas, luisctimm@gmail.com

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a produtividade da água total e a produtividade da água de irrigação para a cultura do milho cultivado no sistema sulco-camalhão em terras baixas. O estudo foi desenvolvido em uma área de 23,7 ha nas safras 2020/21 e 2021/22. A partir dos totais de precipitação e irrigação ocorridos no ciclo da cultura foi analisado o uso da água utilizando os indicadores de produtividade da água (WP_{Total}) e produtividade da água baseada na lâmina de irrigação (WP_{Irrig}). Os resultados mostraram que a safra 2021/22 foi a que teve maior WP_{Total} 2,51 kg m⁻³ devido ao menor volume de precipitação para uma produtividade maior do que o obtido na safra 2020/21. Em contrapartida, a WP_{Irrig} foi semelhante nas duas safras estudadas (6,24 e 6,89 kg m⁻³) devido o volume irrigado ter sido o mesmo. Conclui-se que os valores de produtividade da água WP_{Total} e WP_{Irrig} são variáveis em função da distribuição local das precipitações.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, balanço hídrico, *Zea Mays L.*

WATER PRODUCTIVITY FOR CORN CULTIVATED ON THE FURROW-RIDGE SYSTEM IN LOWLANDS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the total water productivity and the water productivity irrigated for the maize cultivated in furrow-ridge in lowlands. Irrigation management was carried out through a daily water balance in possession of the total precipitation and irrigation used in the corn cycle the water use was analyzed from the indicators of total water productivity (WP_{Total}) and water productivity based on the irrigation depth (WP_{Irrig}). The results showed that the 2021/22 crop had the highest WP_{Total} 2.51 kg m⁻³ due to the lower volume of precipitation for a higher yield than that obtained in the 2020/21 crop. However, WP_{Irrig} was similar in both seasons (6.24 and 6.89 kg m⁻³) due to the same irrigated volume. The WP_{Total} and WP_{Irrig} water productivity values are variable depending on the local distribution of precipitation.

KEYWORDS: irrigation, water balance, *Zea Mays L.*

INTRODUÇÃO: As terras baixas caracterizam-se por ser constituídas de relevo plano e solo com baixa condutividade hidráulica o que provoca oscilação entre o excesso e a deficiência hídrica no solo, o que favorece o cultivo de arroz irrigado por inundação e restringe culturas de sequeiro (REIS, 1998). No entanto, devido crescente demanda de grãos como soja e milho surge o Projeto Sulco, testado e validado pela Embrapa Clima Temperado tem por objetivo promover práticas de irrigação e drenagem no sistema sulco-camalhão em áreas sistematizadas para cultivos de sequeiro em terras baixas. De acordo com Parfitt et al. (2021), o milho é uma espécie de grande eficiência no uso da água para a produção total de matéria seca, sendo o cereal com maior potencial de produtividade de grãos apresentando uma demanda evapotranspirométrica de 500 a 800 mm ao longo do ciclo. Por isso é fundamental o eficiente manejo da irrigação em sistema sulco-camalhão, visando suprir a demanda de água da cultura quando a precipitação não for suficiente. Por outro lado, tendo em vista o aumento da pressão social sobre o uso dos recursos hídricos o uso da água na irrigação deve ser monitorado e avaliado. Para isso existe o conceito de produtividade da água que é uma relação da produtividade de culturas (kg ha^{-1}) por unidade de água utilizada (PEREIRA et al., 2012). Diante disso o objetivo deste estudo foi avaliar a produtividade da água total e da irrigação (WP_{Total} e WP_{Irrig}) por meio da análise dos componentes do balanço hídrico do solo para a cultura do milho cultivado em sulco-camalhão em terras baixas.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi desenvolvido em uma área de 23,7 ha cultivada com milho cultivar Pioneer 3016 localizada no município de Jaguarão/RS ($32^{\circ} 35' 31.2''$ S, $53^{\circ} 13' 51.6''$ O) a qual fez parte do Projeto Sulco nas safras 2020/21 e 2021/22. O clima da região segundo classificação Köppen é do tipo "Cfa" caracterizado como temperado úmido com verões quentes e chuvosos apresentando médias anuais de precipitação de 1065 mm (DUBREUIL et al., 2017). Segundo as frações texturais obtidas o solo é classificado como textura Franca e com capacidade de armazenamento de água (CAD) de 55,5 mm. A variação da água disponível no solo (ΔARM) foi estimada através de um balanço hídrico diário (BH) realizado em planilha eletrônica, Excel da Microsoft® contabilizando entradas (Precipitação e Irrigação) e saídas (evapotranspiração da cultura) seguindo o modelo simplificado (THORNTHWAITE & MATHER, 1955). As precipitações foram obtidas de pluviômetro convencional instalado na área em estudo. Os alertas de irrigações foram definidos para que sempre que os teores de água no solo não reduzissem a 10% da disponibilidade total de água na fase vegetativa e 20% na reprodutiva. A evapotranspiração da cultura (ET_c mm dia^{-1}) foi estimada através do produto da Evapotranspiração de referência (ET_o) pelo coeficiente de cultura do milho (K_c) (ALLEN et al., 1998). A ET_o foi obtida diariamente a partir da estação meteorológica do INMET localizada no município de Santa Vitória do Palmar escolhida por ser a estação meteorológica mais próxima da área. O K_c utilizado foi o publicado por (RADIN et al., 2003). Para analisar o uso água, foram utilizados os seguintes indicadores de produtividade da água: WP_{Total} (kg m^{-3}) expresso pela razão entre a produtividade da cultura (kg ha^{-1}) e a água total utilizada, ou seja, incluindo chuva e a irrigação (m^3) e a produtividade da água da irrigação WP_{Irrig} (kg m^{-3}) expresso pela razão entre a produtividade da cultura (kg ha^{-1}) e a água da irrigação (m^3) (PEREIRA et al., 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para as duas safras analisadas foram realizadas três irrigações totalizando 150 mm. No entanto, a época de demanda das irrigações variou entre as safras devido à diferença na distribuição das precipitações (Figura 1).

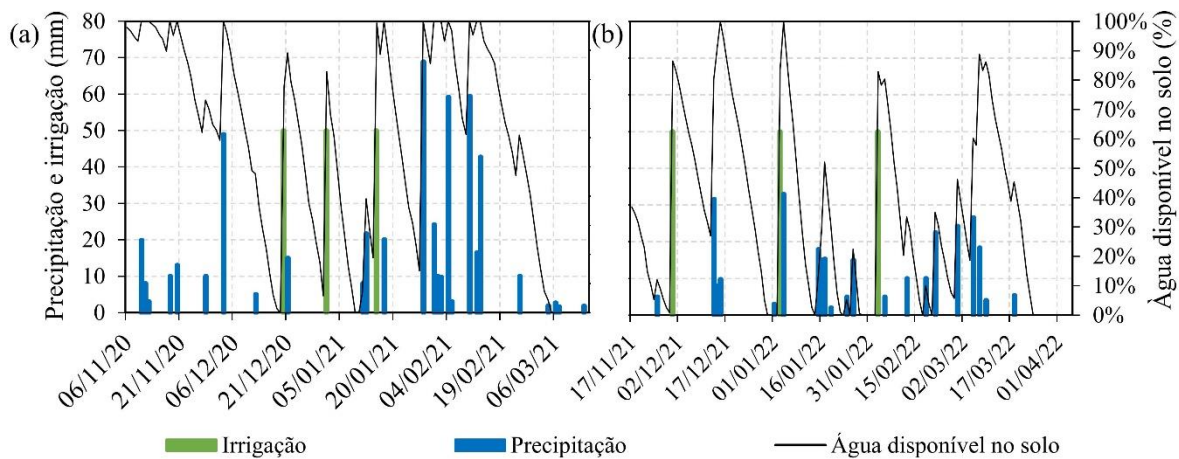


FIGURA 1. Dinâmica da água disponível, da precipitação e irrigação para o milho cultivado em sulco-camalhão em terras baixas durante: (a) ano 2020/21 e (b) ano 2021/22.

Na safra 2020/21 as irrigações se concentraram no início da fase reprodutiva onde somente a chuva não foi suficiente para suprir a demanda da cultura após, foram registrados grandes volumes precipitados onde 70% do total precipitado durante todo o ciclo ocorreu em apenas 30 dias. Já na safra 2021/22 o milho foi semeado em condições de solo seco devido à falta de precipitação antecedente à semeadura, de maneira que a primeira irrigação foi realizada 13 dias após a semeadura (DAS) para garantir a germinação e após as precipitações juntamente com as duas irrigações requeridas supriram a demanda da cultura pelo resto do ciclo. Os totais de produtividade da cultura, precipitação, irrigação, evapotranspiração e resultados de produtividade da água (WP_{Total} e WP_{Irrig}) estão apresentados na tabela 1.

TABELA 1. Produtividades da cultura, componentes do balanço hídrico e produtividades da água referente ao cultivo milho em sulco-camalhão nas safras 2020/21 e 2021/22.

Safra	Produtividade média kg ha ⁻¹	Precipitação mm	I	ETc	WP_{Total} kg m ⁻³	WP_{Irrig} kg m ⁻³
2020/21	9360,00	724,10	150	490,50	1,44	6,24
2021/22	10335,60	300,00	150	460,25	2,51	6,89

Observa-se que na safra 2020/21 a precipitação foi maior que a ETc o que em primeiro momento pode sugerir que a demanda da cultura foi suprida somente com a precipitação. Porém, conforme observado anteriormente no início da fase reprodutiva os valores precipitados foram baixos e a irrigação foi necessária para suprir a demanda da cultura e após isso ocorreram os grandes volumes precipitados concentrados em um curto período. A maior WP_{Total} (2,51 kg m⁻³) foi a obtida na safra 2021/22, ou seja, a cada 1 mm de água utilizada se produziu 25,1 kg de grãos de milho. Essa maior WP_{Total} em 2021/22 ocorreu devido o menor volume de precipitação para uma produtividade maior do que o obtido na safra 2020/21 apontando que o maior volume recebido de água oriunda da precipitação na safra 2020/21 não foi determinante para uma melhor produtividade da cultura. Em contrapartida, a produtividade da água baseada na lâmina de irrigação foi semelhante em ambas as safras onde a cada 1 mm de irrigação se produziu 62,4 e 68,9 kg de grãos de milho nas safras 2020/21 e 2021/22 respectivamente. Essa menor diferença ocorre devido a WP_{Irrig} levar em conta apenas a água utilizada pela irrigação e neste caso nas duas safras o volume irrigado foi o mesmo (150 mm), porém diferenciando a produtividade da cultura. Estes resultados corroboram com os encontrados por Rodrigues et al. (2013), que em estudos com irrigação para o cultivo de milho no município de Santa Maria/RS obtiveram uma de média de WP_{Total} e WP_{Irrig} (1,74 e 5,73 kg m⁻³) referente a uma produtividade

média de 12590,3 kg ha⁻¹. Camilo et al. (2019), ao quantificarem a produtividade da água em diferentes sistemas agrícolas para a cultura do milho irrigado por pivô central em dois anos agrícolas observaram que ao reduzirem em 56% o uso da água houve a redução de 15% na produtividade obtendo os índices de WP_{Total} e WP_{Irrig} (1,48 e 1,94 kg m⁻³), referente a uma produtividade média de 9544,7 kg ha⁻¹ no primeiro ano com uma lâmina média de irrigação de 429 mm e ao reduzirem a irrigação para 117 mm produziram em média 8061,7 kg ha⁻¹ incrementando os índices WP_{Total} e WP_{Irrig} (2,86 e 6,0 kg m⁻³).

CONCLUSÕES: Os valores de produtividade da água WP_{Total} e WP_{Irrig} são variáveis em função da distribuição local das precipitações.

AGRADECIMENTOS: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001". Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001".

REFERÊNCIAS:

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

CAMILO, J. A.; TIGGES, C. H. P.; ANDRADE, C. L. DE. T. DE.; RESENDE, A. V. DE.; BORGHI, E.; **Produtividade da Água no Milho irrigado para diferentes condições de manejo do sistema de produção**. v.1, p.1-18, 2019. Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 235.

DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; NETO, J. L. S. Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 à 2015. **EchoGéo**, v. 41. p. 1-27, 2017.

PARFITT, J. M. B.; CAMPOS, A. S. DE.; CENTENO, A.; ANDRES, A.; MÉLLO-ARAÚJO, L. B.; BUENO, M. V.; PINTO, M. A. B.; MARTINS, M. B.; VEBER, P. M.; SCIVITTARO, W. B. **Utilização da Tecnologia Sulco-camalhão na Produção de Soja e Milho em Terras Baixas do Rio Grande do Sul**. v.1, p.1-32, 2021. Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840; 506.

PEREIRA, L. S.; CORDERY, I.; IACOVIDES, I. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. **Agricultural Water Management**, v.108, p.39–51, 2012.

RADIN, B.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A. O.; BERGONCI, J. I.; FRANÇA, S. Evapotranspiração da cultura do milho em função da demanda evaporativa atmosférica e do crescimento de plantas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 9, n. 1-2, p. 7-16, 2003.

REIS, J. C. L. **Pastagens em terras baixas**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1998. 35p (Circular Técnica, 7).

RODRIGUES, G. C.; MARTINS, J. D.; DA SILVA, F. G.; CARLESSO, R.; PEREIRA, L. S. Modelling economic impacts of deficit irrigated maize in Brazil with consideration of different rainfall regimes. **Biosyst. Eng.** v.116, p. 97–110, 2013.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publication in Climatology, Laboratory of Climatology, Centerton, v.8, n.1, 1955.