

## Simulação da produtividade da água para a cultura do milho de sequeiro em municípios de Minas Gerais.

**Crisálida Alves Correia<sup>(1)</sup>; Camilo de Lelis Teixeira de Andrade<sup>(2)</sup>; Priscila Ponciana Gomes da Silva<sup>(3)</sup> e Bruna Gomes Magalhães<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Acadêmica de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ, Bolsista Embrapa; Rod. MG 424, Km 45, 35.702-098, Sete Lagoas, MG, e-mail [crisalida\\_correia@hotmail.com](mailto:crisalida_correia@hotmail.com); <sup>(2)</sup> Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Eng. Agrícola, PhD Eng. Irrigação/Modelagem; <sup>(3)</sup> Acadêmica de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João Del Rei, UFSJ, Bolsista Embrapa. <sup>(4)</sup> Mestranda em Produção Vegetal, Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ.

### RESUMO:

A crescente demanda pelo uso e a limitação na oferta de água para a agricultura demandam transformações nas estratégias de manejo da cultura do milho com o propósito de aumentar a eficiência de uso deste recurso. A produtividade da água é um indicador que pode ser empregado para se avaliar a eficiência de uso da água. Este trabalho teve como objetivo simular a produtividade da água na cultura do milho sequeiro, com base na evapotranspiração da cultura, em 19 municípios no estado de Minas Gerais. Verificou-se uma grande variação na produtividade da água para a cultura do milho entre os municípios estudados. Em alguns municípios a cultura do milho foi mais eficiente para converter a água evapotranspirada em grãos. Não se verificou relação direta entre o rendimento de grãos e a produtividade da água da cultura do milho em regime de sequeiro, bem como entre precipitação e produtividade da água.

**Termos de indexação:** DSSAT, *Zea Mays* L. precipitação, eficiência do uso da água.

### INTRODUÇÃO

A crescente demanda pelo uso e a limitação na oferta de água para a agricultura demandam transformações no manejo da cultura do milho com o propósito de aumentar a eficiência do uso deste recurso. Para isso, diversas técnicas de cultivo são constantemente adotadas, de forma que a produtividade da cultura seja minimamente penalizada (KIRDA, 2002). Em sistemas de produção de sequeiro, o melhor aproveitamento dos recursos hídricos é obtido com o ajuste da data de semeadura ao regime de chuvas (SOLER et al., 2007). No entanto, a variabilidade climática pode afetar significativamente o rendimento da cultura de milho, mesmo quando semeada no período considerado adequado (ANDRADE et al., 2009). De acordo com ROCKSTROM et al. (2010), em situações com índices pluviométricos desfavoráveis, a água recebida através da precipitação não atende toda demanda hídrica da planta, gerando estresse hídrico que é o responsável por grandes perdas de

produtividade na cultura do milho (WAGNER et al., 2013). A produtividade da água é um indicador que pode ser empregado para se avaliar a eficiência no uso da água (Andrade et al., 2009) determinado através da relação entre o rendimento ou acúmulo de matéria seca da cultura e a quantidade de água consumida para produzi-la (SANDER et al., 2004; PUPPALA et al., 2005).

Este trabalho teve como objetivo simular a produtividade da água na cultura do milho de sequeiro, com base na evapotranspiração da cultura, em 19 municípios no estado de Minas Gerais.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Empregou-se o modelo CSM-CERES-Maize, do pacote DSSAT, versão 4.6.1 (HOOGENBOOM et al., 2014), previamente calibrado e avaliado para a cultivar DKB390PRO (ANDRADE et al., 2016), para simular o rendimento e a produtividade da água do milho de sequeiro em 19 municípios de Minas Gerais. Dados de rendimento simulados foram utilizados para determinar a janela de semeadura para a produção de milho de sequeiro, em cada município (TIGGES et al., 2016). Assumiu-se, para todas as cidades, que a cultura da braquiária, anterior ao milho, deixa na superfície do solo 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de resíduo com 1% de nitrogênio. Considerou-se também uma população de 68 mil plantas ha<sup>-1</sup>, com espaçamento entre linhas de 0,50 m. A adubação consistiu em 40 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de monoamônio fosfato, aplicados no plantio, e 150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de ureia, aplicados aos 25 dias após semeadura. O modelo estimou a evapotranspiração da cultura sem o uso de coeficiente de cultura, empregando o método de Priestley-Taylor (1972). A produtividade da água foi determinada pela relação entre o peso de matéria seca de grãos, por hectare, e o volume de água, por hectare, obtido a partir das lâminas de evapotranspiração acumuladas no ciclo da cultura. Os valores médios históricos de produtividade simulada de grãos, para a janela de semeadura de cada município, e de produtividade da água, com base na evapotranspiração da cultura,

foram analisados e comparados para cada município.

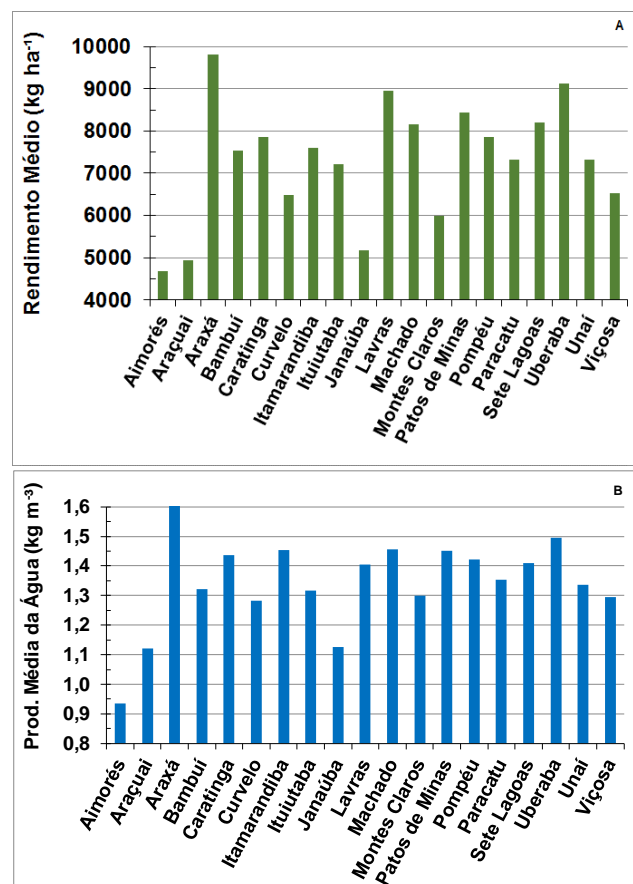
### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento médio e a produtividade da água para a cultura do milho de sequeiro variaram consideravelmente entre os municípios de Minas Gerais (Figuras 1A e 1B). As maiores produtividades médias de grãos de 9.816, 9.121 e 8949 kg ha<sup>-1</sup> foram simuladas para Araxá, Uberaba e Lavras, respectivamente. Entretanto, as maiores produtividades da água, com valores de 1,61; 1,50 e 1,46 kg m<sup>-3</sup>, foram obtidas para Araxá, Uberaba e Machado. Em Lavras se produziu mais grãos de milho que em Machado, mas a eficiência de uso da água de chuva foi maior neste último município. Nota-se, portanto, que não há uma correlação direta em a produtividade de grãos e a produtividade da água no regime de sequeiro. Da mesma forma, embora haja relação entre o volume de chuva acumulada no ciclo da cultura (Tabela 01) com o rendimento de grãos e com a produtividade da água, a distribuição da chuva e outros fatores como a temperatura do ar (SING et al., 2006; GALON et al., 2010), que afetam a o rendimento, distorcem esta relação. Paracatu, que apresentou um maior volume de chuvas, no ciclo da cultura, que Itamarandiba (Tabela 01), proporcionou menores valores de rendimento de grãos e de produtividade da água (Figuras 1A e 1B).

Os municípios de Bambuí, Ituiutaba, Paracatu, Pompéu, Sete Lagoas e Unaí, receberam precipitações acima de 180 mm mensais; entretanto o rendimento médio simulado foi abaixo de 8.000 kg ha<sup>-1</sup>, exceto para Sete Lagoas que apresentou uma produtividade média de grãos de 8.207 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 1B). Em relação a produtividade média da água, estas localidades exibiram valores inferiores a 1.41 kg m<sup>-3</sup> (Figura 1A). Katerji et al. (2010), em seus estudos, encontraram valores de produtividade média da água, com base na evapotranspiração, entre 1,33 e 1,42 kg m<sup>-3</sup>.

Em Aimorés, Araçuaí e Janaúba foram observados os menores valores médios de rendimento, sendo 4.690, 4.947, e 5.179 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1A). Os valores médios de produtividade da água, para estas localidades, também foram pequenos, sendo 0,94, 1,12 e 1,13 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente (Figura 1B). Isto pode ser decorrente das menores quantidades médias de chuvas distribuídas durante o ciclo da cultura do milho nestas regiões. Conforme a tabela 1, em

Aimorés, Araçuaí e Janaúba, as precipitações médias mensais foram de 141 mm, 104 mm e 127 mm, respectivamente. De acordo com Sing et al. (2006), a redução da produtividade também pode ser atribuída à altas temperaturas, como ocorre nestes municípios. Resultados de pesquisas realizadas por Galon et al. (2010) demonstram que, além da escassez hídrica, altas temperaturas do ar reduzem a produtividade da cultura do milho.



**Figura 1:** Rendimento médio de grãos (1A) e produtividade média da água com base na evapotranspiração (1B).

Comparando-se rendimento e produtividade da água, nota-se que a cultura do milho se mostrou mais eficiente para converter a água evapotranspirada em grãos, em municípios como Araxá e Uberaba, em comparação com Paracatu e Unaí que são produtores tradicionais. Municípios de clima mais quente e chuvas irregulares aproveitam de forma ineficiente o recurso água para a produção de milho.

Municípios	Janela de semeadura		Precipitação (mm)	Precipitação média mensal (mm)
	Início	Término		
Aimorés	17/out	31/out	704	141
Araçuaí	03/out	24/out	521	104
Araxá	21/nov	06/fev	1354	169
Bambuí	03/out	19/dez	1324	189
Caratinga	26/set	31/out	940	157
Curvelo	10/out	07/nov	1023	171
Itamarandiba	19/set	24/out	913	152
Ituiutaba	03/out	21/nov	1221	203
Janaúba	10/out	24/out	634	127
Lavras	05/set	12/dez	1404	176
Machado	19/set	12/dez	1414	177
Montes Claros	10/out	24/out	811	162
Paracatu	17/out	14/nov	1341	224
Patos de Minas	03/out	02/jan	1385	173
Pompéu	10/out	14/nov	1104	184
Sete Lagoas	26/set	21/nov	1277	182
Uberaba	12/set	23/jan	1611	179
Unai	03/out	14/nov	1221	204
Viçosa	12/set	24/out	1030	172

**Tabela 1:** Precipitação média acumulada e precipitação média mensal durante o ciclo da cultura do milho.

### CONCLUSÕES

Verificou-se uma grande variação na produtividade da água para a cultura do milho entre os municípios estudados. Em alguns municípios a cultura do milho foi mais eficiente para converter a água evapotranspirada em grãos. Não se verificou relação direta entre o rendimento de grãos e a produtividade da água da cultura do milho em regime de sequeiro, bem como entre precipitação e produtividade da água.

### AGRADECIMENTOS

À Fapemig, projeto APQ-01199-13, e Embrapa, pelos recursos destinados ao projeto de pesquisa e à bolsa de iniciação científica, respectivamente.

### REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. L. T.; SILVA, P. P. G.; MAGALHÃES, B. G.; PAIXÃO, J. S.; MELO, B. F.; TIGGES, C. H. T. Parametrização do modelo CSM-CERES-Maize para uma cultivar de alta produtividade. In: XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo – CNMS, 2016, Bento Gonçalves – RS, Bento Gonçalves, 2016. (No prelo).

ANDRADE, C.L.T; AMARAL, T.N.; SILVA, D.F.; GARCIA, A.; HOOGENBOOM, G.; BRITO, R.A.L.; BORGES JÚNIOR, J.C.F.; GOMIDE, R.L. UTILIZAÇÃO DO MODELO CERES-MAIZE COMO FERRAMENTA NA DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE SEMEADURA DE MILHO: 3 - REQUERIMENTO E PRODUTIVIDADE DA ÁGUA. In: XVI Congresso de Agrometeorologia, 2009. Belo Horizonte.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; ROCHA, A. A.; CONCENÇO, G.; ALBERTO, C. Influência dos fatores abióticos na

produtividade da cultura do milho. Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas, v. 4, p. 18-38, 2010.

HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; WILKENS, P. W.; PORTE, C. H.; BOOTE, K. J.; HUNT, L. A.; SINGH, U.; LIZASO, J. L.; WHITE, J. W.; URYASEV, O.; ROYCE, F. S.; OGOSHI, R.; GIJSMAN, A. J.; TSUJI, G. Y. Decision Support System for Agrotechnology Transfer: version 4.6. DSSAT Foundation, Prosser, Washington, 2014.

PRIESTLEY, C. H. B.; TAYLOR, R. J. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. Monthly Weather Review, Boston, v.100, n.2, p.81-92, Feb. 1972.

Puppala, N.; Fowler, J.L.; Jones, T.L.; Gutschick, V.; Murray, L. Evapotranspiration, yield, and water-use efficiency responses of *Lesquerella fendleri* at different growth stages. Industrial Crops and Products, v.21, p.33-47, 2005.

ROCKSTROM, J.; KARLBERG, L.; WANI, S. P.; BARRON, J.; HATIBU, N.; UWEIS, T.; BUGGEMAN, A.; FARAHANI, J.; QIANG, Z. Managing water in rainfed agriculture—The need for a paradigm shift. Agricultural Water Management 97 (2010) 543–550.

SANDER, J. Z., BASTIANSSEN, W. G. M. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agric. Water Manage. 69 (2), 115–133. 2004.

SINGH, R.; VAM DAM, J. C.; FEDDES, R. A. Water productivity analysis of irrigated crops in Sirsa district, India. Agricultural Water Management 82 (2006) 253–278.

SOLER, C. M. T.; SENTELHAS, P. C.; HOOGENBOOM, G. Application of the CSM-CERES- Maize model for planting date evaluation and yield forecasting for maize grown offseason in a subtropical environment. European Journal of Agronomy, Amsterdam, v. 27, p. 165-177, 2007

TIGGES, C. H. P.; ANDRADE, C. L. T.; SILVA, P. P. G.; MAGALHÃES, B. G.; MELO, B. F.; AMARAL, W. L. Períodos de semeadura de milho, sob regime de sequeiro na safra, em Minas Gerais. In: XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo – CNMS, 2016, Bento Gonçalves – RS, Bento Gonçalves, 2016. (No prelo).

WAGNER, M. V., JADOSKI, S., MAGGI, M. F., SAITO, L. R., & LIMA, A. S. Corn productivity estimate in function on water availability in Guarapuava, PR, Brazil. Brazilian Magazine of Agricultural Engineering and Ambient. 170-179, 2013.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar”

---