

## ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DA ÁGUA PARA O MILHO IRRIGADO EM MINAS GERAIS

IVALDO M. BOGGIONE<sup>1</sup>, JOÃO CARLOS F. BORGES JÚNIOR<sup>2</sup>, CAMILO L. T. ANDRADE<sup>3</sup>,  
JÉSSICA S. PAIXÃO<sup>4</sup>, PHILIPPE G. C. SOUZA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Campus Sete Lagoas, UFSJ, Sete Lagoas - MG, Fone (0XX31) 3697.2032, ivaldomb@gmail.com.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Ciências Agrárias, UFSJ, Sete Lagoas - MG.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Pesquisador Doutor, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG.

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Agrônômica, Departamento de Ciências Agrárias, UFSJ, Sete Lagoas - MG.

<sup>5</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, UFSJ, Sete Lagoas - MG.

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** A crescente demanda de recursos hídricos na agricultura irrigada incrementa, perante cientistas, técnicos e produtores, o desafio do uso otimizado e racional da água. A cultura do milho, uma das principais de Minas Gerais, apresenta elevado requerimento hídrico, especialmente quando se considera a extensão das áreas cultivadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar, através da modelagem, índices de produtividade da água para o milho irrigado em cinco localidades do Estado. Utilizou-se o modelo Ceres-Maize da base DSSAT versão 4.5.1.023. A base de dados foi constituída de coeficientes agrônômicos da cultura para o híbrido simples DKB 390 YG, dados climáticos diários num período de 48 anos e dados de análises físicas e químicas do solo. Simulou-se uma semeadura por semana e condições ótimas para desenvolvimento da cultura, com início em 01 de agosto, totalizando 52 tratamentos e 48 repetições. A irrigação foi programada para ser executada a 50% da capacidade total de água do solo, tendo eficiência de 80%. Indicou-se a colheita na maturidade dos grãos. Sete Lagoas, Viçosa e Janaúba apresentaram melhor índice em outubro. O maior valor médio, 21,3 kg m<sup>-3</sup>, foi encontrado para Lavras e o menor, 4,1 kg m<sup>-3</sup>, para Janaúba.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ceres-Maize, DSSAT, recursos hídricos.

## ESTIMATED WATER PRODUCTIVITY FOR IRRIGATED MAIZE IN MINAS GERAIS, BRAZIL

**ABSTRACT:** The growing demand for water resources in irrigated agriculture puts scientists, technicians and producers front an increasing challenge of optimal and rational water use. Maize, one of the main crops in the State of Minas Gerais, has a high water requirement, especially when one considers the extension of cultivated areas. The goal of this study was to evaluate, through modeling, water productivity indices for irrigated maize in five locations in the State. Ceres-Maize model integrated in DSSAT version 4.5.1.023 was used. The input data were the agronomic crop coefficients for the simple hybrid DKB 390 YG, daily climate data for the period of 48 years and data from physical and chemical soil analyzes. It was simulated one sowing at weekly intervals and optimal conditions for crop development, beginning on August 1, totaling 52 treatments and 48 replications. Irrigation was scheduled to occur at 50% of the total water capacity of the soil, considering an efficiency of 80%. The condition indicated for harvest was at physiological maturity of the grain. Sete Lagoas, Viçosa and Janaúba presented the best index on October. The highest median value, 21.3 kg m<sup>-3</sup>, was found for Sete Lagoas and the lowest, 4.1 kg m<sup>-3</sup>, for Janaúba.

**KEYWORDS:** Ceres-Maize, DSSAT, water resources.

**INTRODUÇÃO:** A crescente demanda de recursos hídricos na agricultura irrigada incrementa, perante cientistas, técnicos e produtores, o desafio do uso otimizado e racional da água. A agricultura é responsável pela retirada de 70% da água potável do planeta sendo que deste volume a evapotranspiração corresponde à metade da água consumida (FAO, 2012). BURKE et al. (2006) afirmam que para a primeira metade do século XXI os eventos de seca moderada, severa e extrema irão incidir em 28, 10 e 8%, respectivamente, sobre as áreas de produção ao redor do globo, indicando-se um horizonte em que haverá crescente exigência de efetividade do uso da água. A cultura do milho, uma das principais de Minas Gerais, apresenta elevado requerimento hídrico, especialmente quando se considera a extensão das áreas cultivadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar, através da modelagem, índices de produtividade da água para o milho irrigado em cinco localidades do Estado de Minas Gerais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Utilizou-se o modelo Ceres-Maize da base DSSAT versão 4.5.1.023 (HOOGENBOOM et al., 2012). Os dados de entrada foram os coeficientes agronômicos calibrados para o híbrido simples DKB 390 YG (SILVA et al., 2013), dados climáticos em base diária em um período de 48 anos, além das análises físicas e químicas do solo. Os anos em que se observaram falhas de dados de radiação foram descartados. Simularam-se sementeiras com intervalo semanal e condições ótimas para desenvolvimento da cultura, com início em 01 de agosto, totalizando-se 52 tratamentos e repetições que variaram em cada local devido à eliminação de alguns anos (Tabela 1).

TABELA 1: Esquema de distribuição dos tratamentos.

ID <sup>1</sup>	Data	ID	Data								
T1	01-ago	T10	03-out	T19	05-dez	T28	06-fev	T37	10-abr	T46	12-jun
T2	08-ago	T11	10-out	T20	12-dez	T29	13-fev	T38	17-abr	T47	19-jun
T3	15-ago	T12	17-out	T21	19-dez	T30	20-fev	T39	24-abr	T48	26-jun
T4	22-ago	T13	24-out	T22	26-dez	T31	27-fev	T40	01-mai	T49	03-jul
T5	29-ago	T14	31-out	T23	02-jan	T32	06-mar	T41	08-mai	T50	10-jul
T6	05-set	T15	07-nov	T24	09-jan	T33	13-mar	T42	15-mai	T51	17-jul
T7	12-set	T16	14-nov	T25	16-jan	T34	20-mar	T43	22-mai	T52	24-jul
T8	19-set	T17	21-nov	T26	23-jan	T35	27-mar	T44	29-mai		
T9	26-set	T18	28-nov	T27	30-jan	T36	03-abr	T45	05-jun		

<sup>1</sup> Identificação.

A simulação de irrigação seguiu a referência do coeficiente de estresse da cultura do milho (Ks: 0,55) sugerido por ALLEN et al (1998) e pelo trabalho conduzido por CARDOSO et al. (2004), em que o melhor desenvolvimento da cultura considerada pelo modelo ocorreu com irrigação a ser realizada quando atingisse 50% da capacidade de campo. A eficiência de irrigação foi de 80%. A condição de colheita indicada foi na maturidade dos grãos. Os dados de saída de produtividade do modelo são em base seca, tendo sido considerada umidade de 13% na maturidade fisiológica dos grãos para fins de subsequentes conversões. O cálculo da produtividade de água é demonstrado conforme Equação 1. Foram desconsideradas neste estudo as simulações em que não houve necessidade de irrigação.

$$PA = \frac{Y}{V} \quad (1)$$

em que,

PA - Produtividade da água, kg m<sup>-3</sup>;

Y - Produtividade da cultura, kg ha<sup>-1</sup>;

V - Volume aplicado via irrigação ao longo do ciclo, m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Segundo as simulações o melhor índice médio de produtividade de água da irrigação, 21,3 kg m<sup>-3</sup>, foi encontrado em Sete Lagoas, para o tratamento 15 referente à semana de 07 de novembro; o pior ocorreu em Janaúba, com apenas 4,1 kg m<sup>-3</sup>, para o mesmo tratamento anterior. Os períodos de melhores índices variaram com a data mais precoce para Viçosa, na semana de 10 de outubro, e mais tardio, em 28 de novembro, para a localidade de Uberaba. Os valores mínimos médio de produtividade da água se concentraram nos tratamentos 37 e 39, semanas

de semeadura de 10 e 24 de abril, respectivamente, período em que o modelo simulou maiores volume de lâminas de irrigação devido ao desenvolvimento da cultura na estação mais seca do ano. O único local com divergência foi Janaúba, sendo o período de semeadura de 22 de maio que indicou menor produtividade de água. A diferença entre a máxima e mínima para esta localidade revelou-se pequena frente às demais localidades (Tabela 2), em decorrência da baixa pluviosidade na região para todos os tratamentos avaliados. Em alguns tratamentos durante todo ciclo da cultura não houve precipitação ou valores significantes, sendo toda a água suprida via irrigação (Figura 1). Dentre os maiores índices de necessidade de irrigação ao longo do ciclo, a localidade de Janaúba liderou com 490 mm para o período de semeadura de 03 de julho. Uberaba apresentou o máximo requerimento de irrigação com 276 mm para o período de semeadura de 24 de abril. Para Uberaba também se evidencia o menor valor do requerimento de irrigação, com apenas 2 mm para o tratamento com semeadura em 14 de novembro (Tabela 3). Este baixo valor de lâmina de irrigação para Uberaba é devido à maior capacidade de retenção de água no solo, se comparado às outras localidades com regime pluviométrico semelhante.

TABELA 1: Valores médios máximos e mínimos da produtividade de água para as cinco localidades avaliadas.

Localidade	Máximo <sup>1</sup>	Tratamento	Mínimo <sup>1</sup>	Tratamento
Janaúba	4,1	15	1,3	43
Lavras	21,3	13	2,7	37
Sete Lagoas	14,0	15	1,9	39
Uberaba	13,7	18	2,6	39
Viçosa	15,9	11	2,5	37

<sup>1</sup> Valores em kg m<sup>-3</sup>

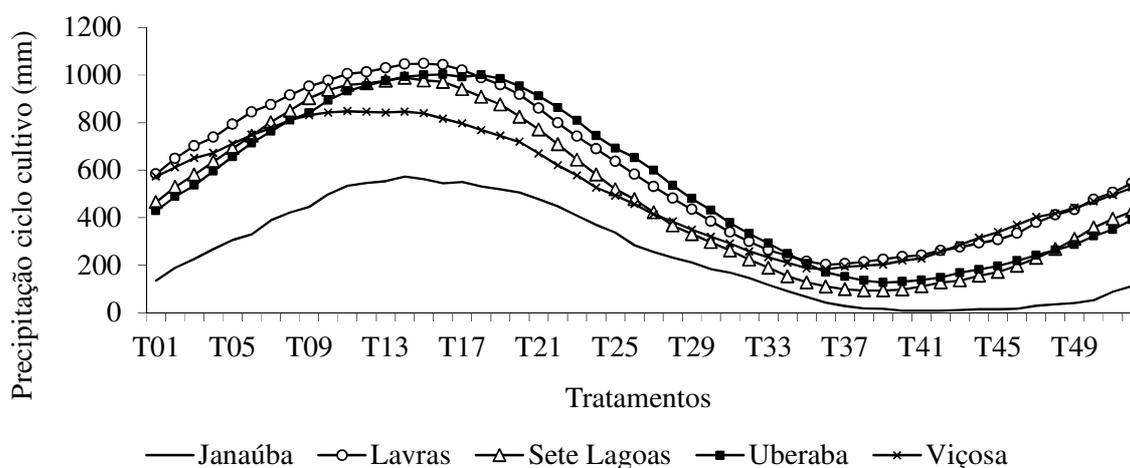


FIGURA 1: Precipitação média durante o ciclo de cultivo para todas as localidades

TABELA 2: Índices medianos máximos e mínimos de lâminas de irrigação total durante o ciclo da cultura.

Localidade	Máximo <sup>1</sup>	Tratamento	Mínimo <sup>1</sup>	Tratamento
Janaúba	490	49	195	13
Lavras	307	37	18	14
Sete Lagoas	396	39	58	12
Uberaba	276	39	2	16
Viçosa	325	36	67	11

<sup>1</sup> Valores em mm

A produtividade da água ao longo dos tratamentos para todas as localidades apresenta valores mais significativos para as semeaduras ocorridas entre os meses de setembro e outubro. Em Uberaba e Sete Lagoas há uma queda nos valores em pleno período nos melhores índices. Em Uberaba os tratamentos

compreendidos entre 11 e 15 apresentam um decréscimo bastante significativo se comparado aos tratamentos vizinhos. Em Sete Lagoas verifica-se o mesmo comportamento entre os tratamentos 12 e 14, porém menos acentuado (Figura 2). Explica-se esta anomalia ao veranico durante o período das chuvas, um fenômeno comum segundo os dados históricos de clima para ambas as localidades.

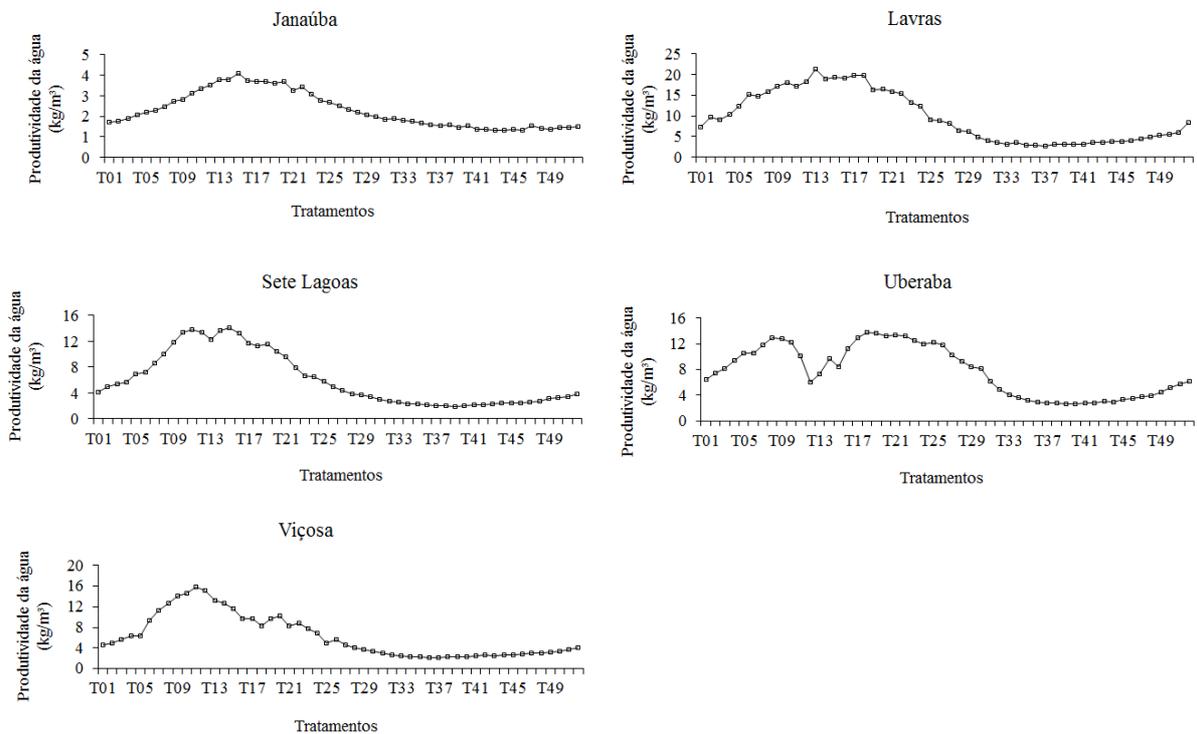


FIGURA 2: Produtividade da água ao longo dos tratamentos para as cinco localidades.

**CONCLUSÕES:** Os melhores índices de produtividade de água compreendem ao período de semeadura entre outubro e novembro para todas as localidades, com exceção para algumas datas em Sete Lagoas e Uberaba devido ao período de veranico. Janaúba possui os menores índices com valores abaixo de  $4,1 \text{ kg m}^{-3}$ . Uma avaliação financeira deve ser realizada para testar a viabilidade de se irrigar em determinados locais ou períodos.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BURKE, E.J.; S.J. BROWN; N. CHRISTIDIS. Modelling the recent evolution of global drought and projections for the 21st century with the Hadley Centre climate model. **Journal of Hydrometeorology**, v.7, p.1113-1125, 2006
- CARDOSO, O.C.; FARIA, R.T.; FOLEGATTI, M.V. Aplicação do modelo ceres-maize na análise de estratégias de irrigação para milho “safrinha” em Londrina-PR. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.37-45, 2004.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em <[http://www.fao.org/nr/water/aquastat/catalogues/Water\\_Terminology\\_20120523.pdf](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/catalogues/Water_Terminology_20120523.pdf)> . Acessado em 19 de abril de 2014, 2012.
- 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 4.5**. Honolulu: University of Hawaii, 2012.
- SILVA, D.F.; ANDRADE, C.L.T.; RESENDE, A.V.; GARCIA, A.G.; RODRIGUES, C.C.F.; TEIXEIRA, T.C.; AMARAL T.A.; PAIXÃO, J. S. **Yield and Nitrate Leaching in a Rainfed Maize Crop Using Swine Manure and Mineral Fertilizer as Nitrogen Sources**. ASABE, Annual International Meeting. Kansas City, Missouri, 2013.