



## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

### **PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA DE CHUVA NO CULTIVO DE MILHO**

Arthur Luan Dias Cantarelli <sup>1</sup>; Lekson Rodrigues Santos <sup>1</sup>; Marcelo Augusto da Silva Soares <sup>2</sup>; Ricardo Barbosa Gomes de Moraes <sup>3</sup>; Iêdo Teodoro <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), [aldcantarelli@hotmail.com](mailto:aldcantarelli@hotmail.com);

<sup>1</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), [lkrsantos1983@gmail.com](mailto:lkrsantos1983@gmail.com);

<sup>2</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), [marcelocico\\_@hotmail.com](mailto:marcelocico_@hotmail.com);

<sup>3</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), [ricardobgm@hotmail.com](mailto:ricardobgm@hotmail.com);

<sup>4</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL); [iedoteodoro@ig.com.br](mailto:iedoteodoro@ig.com.br).

#### **INTRODUÇÃO**

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de grande importância econômica, utilizado tanto para alimentação humana e animal, quanto na indústria de alta tecnologia, por exemplo, na produção de etanol (DEMARCHI, 2011). No Nordeste brasileiro, o milho é cultivado, em grande parte, por produtores artesanais, na agricultura de subsistência, com baixo uso de tecnologia (ROCHA, 2012), onde a maior parte dos agricultores são totalmente dependentes da precipitação pluvial como fonte de água, tornando a irregularidade das chuvas um dos fatores que mais interferem na produtividade agrícola da cultura do milho (SOUZA, 1991).

A necessidade hídrica do milho é de 400 a 600 mm de água distribuídos regularmente durante o ciclo de cultivo (FANCELLI, 2001), trazendo um grande desafio à agricultura, aumentar a produção consumindo menos água (SANDER *et al.*, 2004). A água consumida pelas plantas durante o ciclo de cultivo corresponde a evapotranspiração real ( $ET_r$ ) da cultura, que é determinada pela parte da chuva que fica armazenada no solo e é utilizada pela cultura, ou seja, a precipitação pluvial efetiva ( $P_e$ ) (TEODORO, 2011). Um índice de grande importância para a administração de irrigação e produtividade de culturas agrícolas, é a eficiência no uso da água (EUA) pela cultura, obtido relacionando a quantidade de água evapotranspirada a produção agrícola (SOUSA *et al.*, 2000).

O presente trabalho teve por objetivo o Rendimento agrícola e a EUA pela cultura do milho em função da disponibilidade de hídrica, em quatro épocas de plantio.

#### **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no campo experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), Rio Largo-AL (09° 28' 02'' S; 35° 49' 43'' W; 127 m de altitude), em um solo classificado por Carvalho (2003) como Latossolo amarelo





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

distrocoeso argissólico de textura média/argilosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram quatro épocas de semeadura ( $E_1$ -28/05/2014,  $E_2$ -11/06/2014,  $E_3$ -25/06/2014 e  $E_4$ -22/07/2014) e o espaçamento de 0,80 x 0,25 m. Na adubação de fundação foram aplicados  $115 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $192 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , e na adubação de cobertura foram aplicados  $112,5 \text{ kg}$  de N na forma de uréia. As colheitas foram realizadas nos dias 22/10/2014 ( $E_1$ ), 04/11/2014 ( $E_2$ ), 25/11/2014 ( $E_3$ ) e 11/12/2014 ( $E_4$ ), e o rendimento de grãos em tonelada por hectare foi medido em 9 m lineares.

Os dados agrometeorológicos utilizados para o cálculo das médias diárias de chuva e evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) foram cedidos pelo Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar (LARAS). A  $ET_0$  foi calculada pelo método de Penman Monteith (Allen et al., 2005) e a precipitação efetiva ( $P_e$ ) foi obtida pela evapotranspiração real da cultura ( $ET_r$ ) determinada através do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1957). As variáveis agrometeorológicas foram analisadas até o início da fase de grão farináceo. Pois, após essa fase não há mais interferência no rendimento final de grãos. Assim o período de análise foi de 96 dias (28/05/14 a 01/09/14), 89 dias (11/06/14 a 08/09/14), 90 dias (25/06/14 a 23/09/14) e 100 dias (22/07/14 a 31/10/14), em  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  e  $E_4$ , respectivamente.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

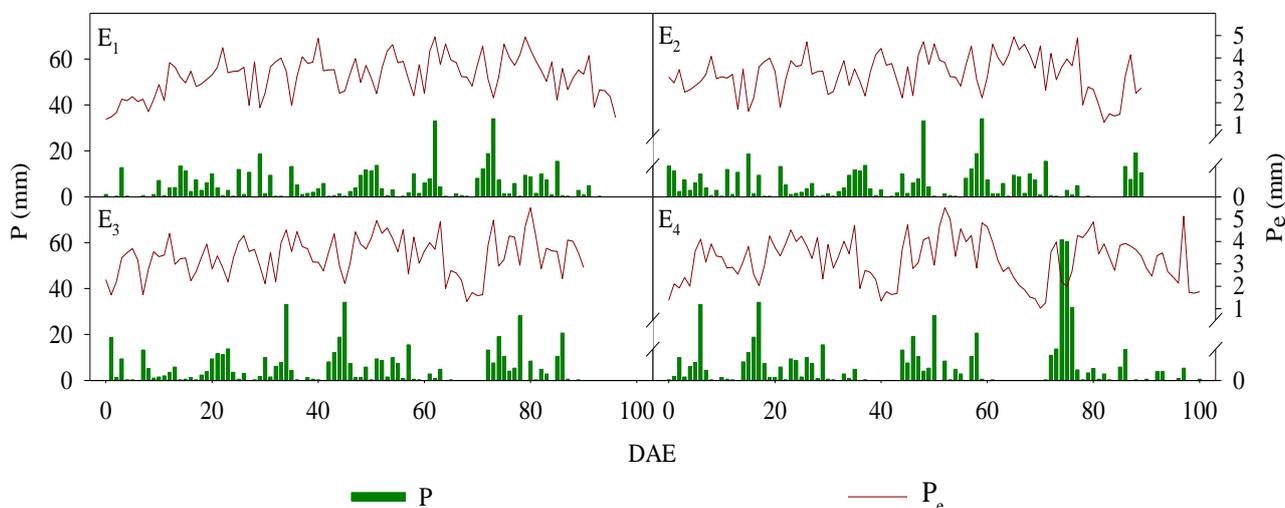
A precipitação pluvial total em  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  e  $E_4$  foram 457, 477, 478 e 584 mm, respectivamente. Em todas as épocas avaliadas os totais pluviais estiveram dentro da faixa de consumo da cultura para a produção de grãos (FANCELLI, 2001). A cultura do milho necessita de uma boa distribuição hídrica, principalmente no período crítico, que vai do florescimento ao enchimento de grãos (RITCHIE *et al.* 2003), quando o estresse hídrico pode reduzir a produtividade em mais de 50% (MAGALHÃES *et al.* 2002). A distribuição das chuvas durante todo o estudo, apresentou variações em cada tratamento analisado. Na  $E_1$ , a chuva ocorreu em 86% do ciclo de cultivo, não comprometendo o rendimento agrícola da cultura. No entanto, no tratamento 2 ( $E_2$ ), onde também foi observado chuvas em 86% dos dias de cultivo, houve um período de 6 dias consecutivos sem chuva, quando as plantas estavam na fase de grãos leitosos. Já na  $E_3$  as chuvas foram distribuídas em 81% dos dias, porém a cultura foi afetada pelos 6 dias sem chuva, nas fases de pendoamento e florescimento, que de acordo com Brito *et al.* (2013) a ocorrência de déficit hídrico durante a antese e logo após a fertilização causa abortamento das flores de milho mesmo que ocorra a polinização, pois o número de grãos por espiga depende das condições fisiológicas da planta no florescimento. A má distribuição hídrica das chuvas foi mais acentuada em  $E_4$ , quando choveu em 70% do ciclo, porém, houveram 6 dias consecutivos sem chuvas na fase vegetativa e 9 dias, consecutivos, durante o florescimento, causando redução no rendimento agrícola da cultura (Figura 1). De acordo com Maldaner *et al.* (2014), a ocorrência de déficit hídrico na fase vegetativa pode reduzir a produtividade em 25%, devido ao milho ser relativamente tolerante ao estresse





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

hídrico nessa fase. Porém, se o déficit hídrico ocorrer na fase crítica a redução da produtividade é de 50%, devido a extrema sensibilidade ao estresse nessa fase.



**Figura 1.** Precipitação pluvial (P) e precipitação efetiva ( $P_e$ ) diária, durante o ciclo de cultivo do milho em diferentes épocas de plantio ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  e  $E_4$ ), região dos tabuleiros costeiros de Alagoas.

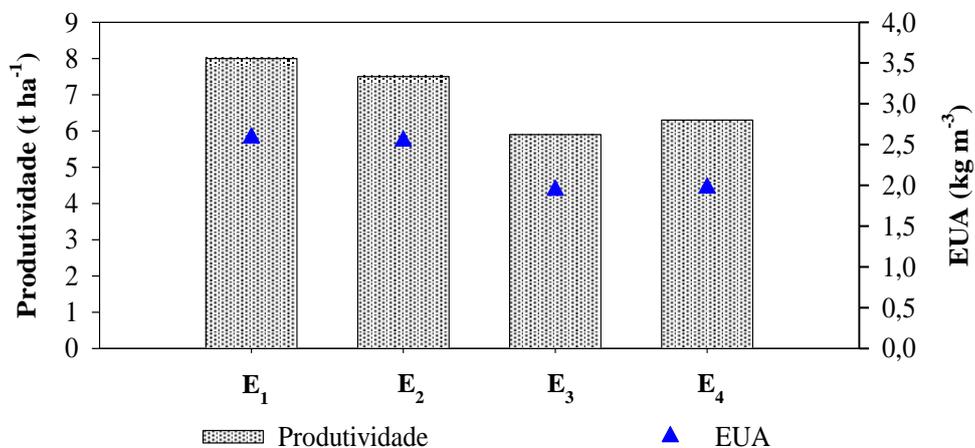
A  $P_e$  acumulada apresentou diferença máxima de 8% entre as épocas avaliadas, com totais de 310 mm ( $E_1$ ), 295 mm ( $E_2$ ), 304 mm ( $E_3$ ) e 320 mm ( $E_4$ ). A  $P_e$  diária nos tratamentos  $E_1$  e  $E_2$  apresentou mínimas de 1,3 e 1,1 mm dia<sup>-1</sup>, respectivamente, e máxima de 4,9 mm dia<sup>-1</sup>. Na  $E_3$ , variou de 1,3 e 5,5 mm dia<sup>-1</sup>, e a  $E_4$  foi de 1,0 a 5,5 mm dia<sup>-1</sup>. Alguns momentos, durante o ciclo da cultura, a  $P_e$  diária nos tratamentos foi inferior a faixa de consumo hídrico diário do milho, que segundo Emygdio *et al.* (2006), vai de 2,0 a 7,0 mm. Essa depleção na  $P_e$  diária é causada pela deficiência hídrica ocorrida em função da redução na precipitação pluvial (MEDEIROS, 2009).

A produtividade de grãos alcançou valores entre 5,9 ( $E_3$ ) e 8,0 ( $E_1$ ) t ha<sup>-1</sup>, com diferença máxima de 26% entre os tratamentos, devido a variabilidade da distribuição pluvial durante a condução do experimento a deficiência hídrica nas fases de florescimento e enchimento de grãos, período crítico da cultura (BERGAMASCHI *et al.*, 2006), afetou o rendimento agrícola, principalmente em  $E_3$  e  $E_4$  (Figura 2).





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO



**Figura 2.** Produtividade e eficiência no uso da água (EUA) pela cultura, em E<sub>1</sub> (28/05/2014), E<sub>2</sub> (11/06/2014), E<sub>3</sub> (25/06/2014) e E<sub>4</sub> (23/07/2014).

A avaliação das épocas de plantio, buscou, com base na  $P_e$  e na produtividade agrícola, determinar o período que proporciona a melhor EUA pela cultura. Com isso, foram observados os maiores resultados de EUA na 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> época de plantio, que estiveram expostos a um período com melhor distribuição hídrica temporal, obtendo EUA de 2,58 e 2,54 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente. As épocas 3 (E<sub>3</sub>) e 4 (E<sub>4</sub>) produziram, apenas 1,94 e 1,97 kg m<sup>-3</sup>, na mesma ordem. A produção de grãos por metro cúbico de água foi prejudicada pelo déficit hídrico na fase crítica da cultura, reduzindo o rendimento agrícola, gerando entre os tratamentos avaliados uma diferença máxima de 25% na EUA. Os resultados observados foram próximos aos encontrados por Kang *et al.* (2000), que variaram entre 2,11 e 2,38 kg m<sup>-3</sup>.

### CONCLUSÃO

A melhor disponibilidade hídrica na fase crítica da cultura fez com que os tratamentos E<sub>1</sub> e E<sub>2</sub> fossem mais produtivos (8,0 e 7,5 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e EUA (2,58 e 2,54 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente).

### REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; SMITH, M.; RAES, D.; WRIGHT, J. L. **FAO-56 Dual Crop Coefficient Method for Estimating Evaporation from Soil and Application Extensions**. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v.131, n.1, p.1-13, 2005.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F. et al. **Déficit hídrico e produtividade**





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**na cultura do milho.** Brasília, Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n.2, p.243-249. 2006.

BRITO, M. E. B.; ARAÚJO FILHO G. D.; WANDERLEY, J. A. C.; MELO, A. S.; COSTA, F. B.; FERREIRA, M. G. P. **Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico.** Biosci. J., Uberlândia, v.29, n.5, p.1244-1254, Sept./Oct., 2013.

CARVALHO, O. M.; **Classificação e caracterização físico-hídrica de solos de Rio Largo, cultivados com cana-de-açúcar.** 2003. P.74 (Dissertação mestrado em agronomia– Rio Largo: Universidade Federal de Alagoas, 2003.

DEMARCHI, M. **Análise da conjuntura agropecuária – Safra 2011/12 milho.** Secretaria da Agricultura e do Abastecimento Departamento de Economia Rural, Paraná, 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/ar>. Acesso em 5 jul. 2015.

EMYGDIO, B. M. & TEIXEIRA, M. C. C. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul - 2006/2007.** LI Reunião Técnica Anual de Milho e XXXIV Reunião Técnica Anual de Sorgo, Passo Fundo – RS, 11 a 13 de julho de 2006. 184 p.

FANCELLI, A. L.; Ecofisiologia de plantas de lavoura. In: CARLESSO, R. (Ed.). **Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul.** Santa Maria, 2001, p.59-73.

KANG, S.; SHI, W. & ZANG, J. **An improved water-use for maize grown under regulated deficit irrigation.** Field crop research, 67 (2000) 207 – 214.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da Produção de Milho.** Sete Lagoas - MG: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 23 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 22).

MALDANER, L. J.; HORING, K.; SCHNEIDER, J. F.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D.; GRZESIUCK, A. E. **Exigência agroclimática da cultura do milho (*Zea mays L.*).** Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.3, p.13-23, 2014.

MEDEIROS, R. P. **Radiação solar e água em quatro épocas de cultivo de milho de sequeiro (*Zea Mays L.*), na região agreste de alagoas.** Dissertação; (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, 2009.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a Planta do Milho se Desenvolve.** Piracicaba: POTAFOS, 2003. 20 p. (Potafos. Arquivo do Agrônomo, 15).

ROCHA, A. E. Q. **Crescimento e produtividade do milho submetido a doses de nitrogênio nos tabuleiros costeiros de alagoas.** Trabalho de Conclusão de Curso; (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, 2012.

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.

SOUSA, V.F. de; COÊLHO, E.F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; FOLEGATTI, M. V.; FRIZZONE,





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

J. A. **Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.4, n.2, p.183-188, 2000.

SOUZA, J. L., PACE, E. L.; **Relação hídrica e fenológica de cultura em Rio Largo – AL.** Congresso Brasileiro de Meteorologia Meteorologia, Salvador - BA / Novembro de 1990. Aceito para publicação em 29 de abril de 1991.

TEODORO, I. **Respostas técnico-econômicas da cana-deaçúcar a níveis de irrigação e adubação nitrogenada.** 2011. 82p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande- PB, 2011.

THORNTWAITE, C.W. MATHER, J.R. **Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance.** Ceteron, NJ: rexel institute of technology-Laboratory, 1957. 311p. (Publications in Climatology, vol. 10, n.3).

