



## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

### **MATÉRIA SECA, PRODUTIVIDADE E USO DA ÁGUA PELO MILHO EM DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO**

Ricardo Barbosa Gomes de Moraes <sup>1</sup>; Lekson Rodrigues Santos <sup>1</sup>; Jeferson Miguel Dias Santos <sup>2</sup>;  
Marcelo Augusto da Silva Soares <sup>3</sup>; Cicero Teixeira Silva Costa <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), ricardobgm@hotmail.com;

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

<sup>2</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), jefersonmiguelds@gmail.com;

<sup>3</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Marcelocico\_@hotmail.com;

<sup>4</sup> Universidade Federal de Alagoas (UFAL);ctsc2007@hotmail.com.

#### **INTRODUÇÃO**

Devido a sua grande importância socioeconômica, o milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais produzido no mundo. É utilizado, principalmente, na alimentação humana e animal, onde será consumido na forma de grãos, silagem ou transformado em ração (DEMARCHI, 2011). O 11º levantamento da CONAB (2015), aponta que na safra 2014/2015 o Brasil apresenta uma produção total de 84,3 milhões de toneladas e produtividade média de 5,37 t ha<sup>-1</sup>, em que a Região Nordeste brasileira produziu 6,5 milhões de toneladas do grão, com 2,41 t ha<sup>-1</sup> de produtividade média. No Nordeste, o Estado de Alagoas encontrasse em sétimo colocado na produção do grão (27,8 mil toneladas), alcançando uma produtividade média de 1,0 t ha<sup>-1</sup>.

As condições edafoclimáticas são determinantes para o rendimento das culturas agrícolas. No semiárido Nordestino, a maioria dos cultivos são feitos sob regime de sequeiro, com isso, a precipitação pluvial é o fator que mais afeta a produção (KUNZ *et al.*, 2007), sobretudo, por causa da irregularidade na distribuição das chuvas durante o ciclo agrícola da cultura, levando ao mal desenvolvimento das plantas e o déficit produtivo (SOUZA, 1991). Tornando necessário aumentar a eficiência no uso da água (EUA) pela cultura. A EUA é um índice de grande importância para a administração do crescimento e produtividade de culturas agrícolas (TEODORO, 2011), 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).

SCHWEITZER (2010) menciona que outro fator relevante para a elevação do rendimento da cultura é a utilização das densidades de plantio adequadas. Para reduzir o risco das plantas sofrerem estresse hídrico, é muito comum que produtores artesanais usem densidades abaixo de 50.000 plantas por hectare, o que, de acordo com SANGOI, *et al.*, 2010, promove o aumento da produção de grãos por indivíduo e reduz a produção por área.

O presente trabalho objetivou determinar a densidade de cultivo que proporcione a melhor produção de matéria seca e de grãos por área, com a maior EUA pelas plantas.





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

### METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no campo experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), localizado no município de Rio Largo – AL (09°28' 02" S; 35°49' 43" W; 127m). O clima classificasse como quente e úmido (B<sub>1</sub>) megatérmico (A'), com deficiência de água moderada no verão (s) e grande excesso de água no inverno (w<sub>2</sub>) (THORNTHWAITE & MATHER, 1995). O solo é classificado em Latossolo Amarelo coeso argissólico, de textura média/argilosa e declividade inferior a 2% (CARVALHO, 2003).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. O plantio foi realizado através de cultivo mínimo, no dia 08 de Julho de 2013, com espaçamento de 0,8 m de entrelinhas. Os tratamentos constaram de quatro densidades de plantio, 125.000 plantas ha<sup>-1</sup> (D<sub>1</sub>), 87.500 plantas ha<sup>-1</sup> (D<sub>2</sub>), 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> (D<sub>3</sub>) e 37.500 plantas ha<sup>-1</sup> (D<sub>4</sub>). Na adubação de fundação foi aplicado 30, 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, e na adubação de cobertura utilizou-se 150 Kg de N ha<sup>-1</sup>, na forma de uréia. No dia 19 de setembro de 2013, iniciou-se o manejo da irrigação, com base na ET<sub>0</sub> diária. Utilizou-se sistema de gotejamento com fitas de 16 mm, espaçadas a 0,8 m e gotejadores a cada 0,2 m, vazão nominal de 1,6 l h<sup>-1</sup>, aplicando lâminas de 20 mm com turno de rega de dois dias.

As variáveis meteorológicas utilizadas, como: precipitação pluvial, e ET<sub>0</sub> foram cedidas pelo Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar da Universidade Federal de Alagoas (LARAS - UFAL). A ET<sub>0</sub> foi determinada pelo método de Penman Monteith (ALLEN *et al.*, 2005) e a evapotranspiração real da cultura (ET<sub>r</sub>) foi obtida através do cálculo do balanço hídrico de THORNTWAITE & MATHER (1957). A partir de quando as plantas atingiram o estágio fenológico V<sub>4</sub> até a maturidade fisiológica, foram coletadas, semanalmente, as amostragens de material, que foi secado em estufa de ventilação forçada, a 60 °C por 72 horas. A produtividade foi apurada pelo rendimento de grãos em 9 m lineares, quando as plantas atingiram a maturidade fisiológica.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluvial total foi de 679 mm, em que 199 mm ocorreu na fase inicial, 149 mm na fase de crescimento, 86 mm na fase intermediária e 245 mm na fase final de desenvolvimento da cultura. O total acumulado esteve acima de 500 mm, quantidade mínima para a obtenção da produtividade máxima da cultura, mencionada por DOOREMBOS & KASSAN (1979). Devido à má distribuição hídrica das chuvas tornou-se necessário fazer uso da irrigação entre 19 de setembro e 06 de novembro de 2013, evitando a deficiência hídrica durante e após o embonecamento, fase de maior exigência hídrica da cultura, na qual o estresse pode reduzir de 40 a 50% a produtividade, de acordo com ANDRADE *et al.* (2006).

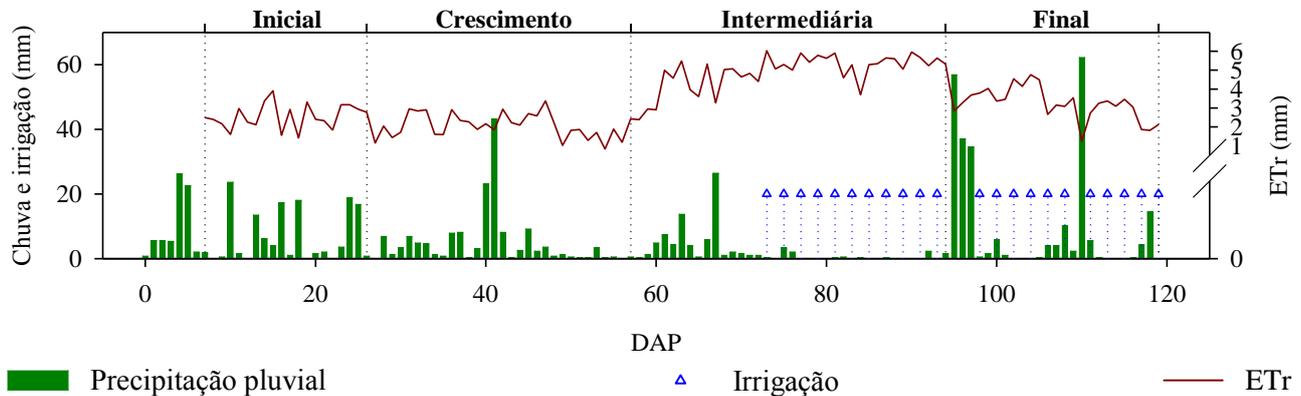
A ET<sub>r</sub> durante o cultivo acumulou 429 mm, que variaram de 0,8 a 6,0 mm, tendo seu valor máximo durante a fase intermediária. Na fase de crescimento a redução da ET<sub>r</sub> foi ocasionada pelo





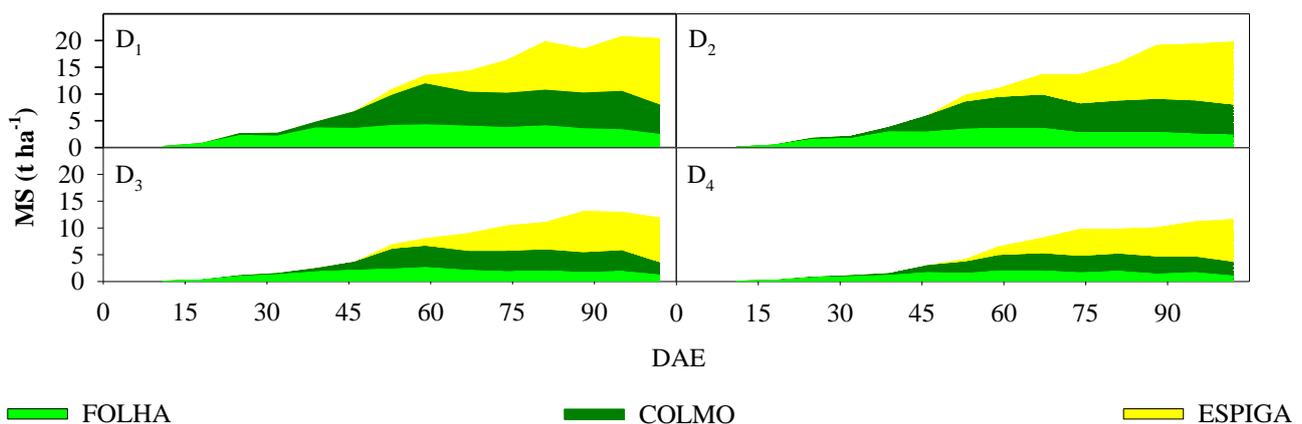
## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

estresse hídrico (ALLEN *et al.*, 1998) (Figura 1).



**Figura 1.** Precipitação pluvial, irrigação e evapotranspiração real ( $ET_r$ ) da cultura, em cada fase do ciclo de desenvolvimento de milho, em relação aos dias após o plantio (DAP).

A matéria seca total acumulada foi  $20,65 \text{ t ha}^{-1}$ ,  $19,71 \text{ t ha}^{-1}$ ,  $13,07 \text{ t ha}^{-1}$  e  $11,58 \text{ t ha}^{-1}$ , em  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  e  $D_4$ , respectivamente, variando 44% entre a MS máxima e mínima observada. Em torno de 60 DAE, com 423 mm de precipitação pluvial acumulada, a partição de MS alcançou os valores máximos nas folhas, que variou de  $1,95 \text{ t ha}^{-1}$  ( $D_4$ ) a  $4,18 \text{ t ha}^{-1}$  ( $D_1$ ), 53% de diferença máxima entre os tratamentos, e no colmo, variando entre  $3,19 \text{ t ha}^{-1}$  ( $D_4$ ) e  $7,64 \text{ t ha}^{-1}$  ( $D_1$ ), 58% de diferença máxima. A partir daí a MS de folhas e colmo iniciou a reduzir, devido a partição dos fotoassimilados ser dirigida, principalmente à formação das espigas (ACEVEDO *et al.*, 1971). A MS máxima das espigas foi obtida no final do ciclo da cultura, aos 102 DAE, devido a maturação fisiológica das plantas, com resultados entre  $8,03 \text{ t ha}^{-1}$  ( $D_4$ ) e  $12,43 \text{ t ha}^{-1}$  ( $D_1$ ), diferença de 54% entre os valores máximos e mínimos observados (Figura 2).



**Figura 2.** Partição de matéria seca média (MS,  $\text{t ha}^{-1}$ ) para folhas, colmo e espiga, em função dos dias após a emergência (DAE), nos tratamentos  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  e  $D_4$ .

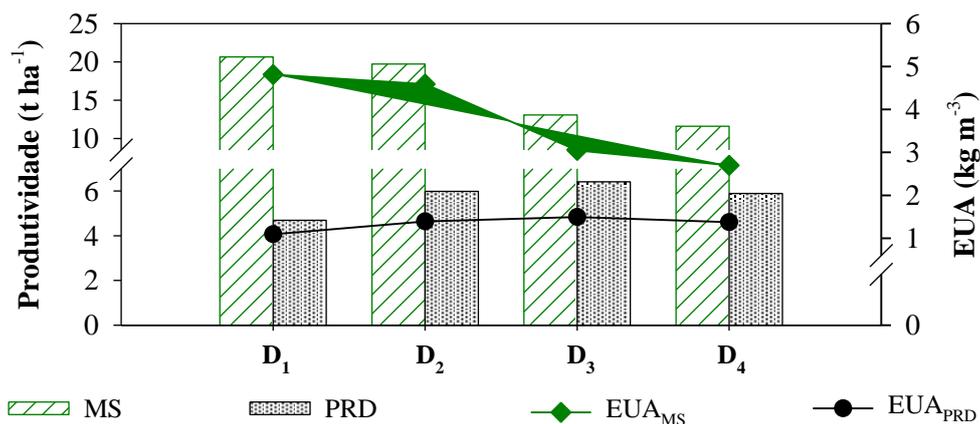




## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A produtividade de grãos apresentou diferença máxima de 27% entre as densidades, o tratamento  $D_1$  obteve  $4,69 \text{ t ha}^{-1}$ , devido a forte competição intraespecífica na área, ocasionada pelo super-adensamento da população, prejudicando a produção (SANGOI, L., 2000). Em  $D_2$  a produtividade aumentou 27,5% em relação a  $D_1$ , graças a redução da competição entre as plantas, gerando o maior número de grãos por área (CALONEGO, *et al.*, 2011) atingindo  $5,98 \text{ t ha}^{-1}$ . A maior produtividade foi alcançada por  $D_3$  ( $6,41 \text{ t ha}^{-1}$ ), que superou  $D_4$  ( $5,89 \text{ t ha}^{-1}$ ) com 8% de diferença, por causa do melhor aproveitamento de área e melhor eficiência de polinização das flores.

A EUA no rendimento agrícola da cultura diferiu no máximo de 27% entre os tratamentos, variando de  $1,09 \text{ kg m}^{-3}$  ( $D_1$ ) a  $1,49 \text{ kg m}^{-3}$  ( $D_3$ ). Valores superiores aos encontrados por Silva (2007), que foi de  $0,63 \text{ kg m}^{-3}$  a  $1,31 \text{ kg m}^{-3}$ . Na MS total houve diferença de até 34% ( $2,70 \text{ kg m}^{-3}$  e  $4,81 \text{ kg m}^{-3}$ , em  $D_4$  e  $D_1$ , respectivamente), em que os tratamentos mais adensados apresentaram maior EUA (Figura 3). MEDEIROS (2009) encontrou valores próximos aos observados, avaliando quatro épocas de plantio, obtendo EUA para matéria seca total entre  $3,92 \text{ kg m}^{-3}$  e  $4,50 \text{ kg m}^{-3}$ .



**Figura 3.** Produtividades de matéria seca total (MS,  $\text{t ha}^{-1}$ ) e de grãos (PRD  $\text{t ha}^{-1}$ ), e eficiência no uso da água para matéria seca total (EUA<sub>MS</sub>,  $\text{kg m}^{-3}$ ) e rendimento de grãos (EUA<sub>PRD</sub>,  $\text{kg m}^{-3}$ ), nas quatro densidades de plantio.

Devido ao adensamento, os tratamentos  $D_1$  e  $D_2$  foram beneficiados proporcionando o maior acúmulo de matéria seca por área, gerando aumento da EUA, com isso, ao relacionar à produtividade agrícola, o tratamento  $D_2$  apresenta uma boa eficiência tanto na produção de matéria seca por área, quanto em grãos, em função da quantidade de água consumida.

### CONCLUSÃO

As maiores produtividades de matéria seca ( $20,65$  e  $19,71 \text{ t ha}^{-1}$ ) e eficiência no uso da água ( $4,81$  e  $4,59 \text{ kg m}^{-3}$ ) foram observadas nas densidades de  $125.000$  ( $D_1$ ) e  $87.000$  ( $D_2$ ) plantas  $\text{ha}^{-1}$ ,





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

respectivamente. Para a produtividade de grãos os tratamentos mais eficientes no uso da água foram D<sub>3</sub> e D<sub>2</sub>, que obtiveram, simultaneamente, rendimento agrícola de 6,41 e 5,98 t ha<sup>-1</sup>.

### REFERÊNCIAS

ACEVEDO, E.; HSIAO, T. S.; HEDERSON, D. W. **Immediate and subsequent growth responses of maize leaves to change in water status.** Plant Physiology, Rockville, v. 48, p. 631-636, 1971.

ANDRADE, C. L. T.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; BRITO, R. A. L.; RESENDE, M. **Viabilidade e Manejo da Irrigação da Cultura do Milho.** Sete Lagoas - MG: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 12 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 85).

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.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

CALONEGO, J. C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N.; TIRITAN, C. S. **Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas.** Dourados, Revista Agrarian; v.4, n.12, p.84-90, 2011.

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).

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO 2015. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos.** v. 2 - Safra 2014/15, n. 11 – Décimo primeiro levantamento, Brasília, p. 1-101, agosto 2015. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_08\\_18\\_10\\_30\\_18\\_boletim\\_graos\\_agosto\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_18_10_30_18_boletim_graos_agosto_2015.pdf). Acessado em: 20 de ago. de 2015.

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.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water.** FAO Irrigation and Drainage Paper 33. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, 1979. 193p.

KUNZ, J. H.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. **Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento**





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

- e disponibilidade hídrica.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, p.1511-1520, 2007.
- 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.
- 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.
- SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos do milho.** Lages: Graphel, 2010. 67 p.
- SANGOI, L. **Understanding plant density effects on maize growth and development: an importante issue to maximize grain yield.** Ciência Rural, v.31, n.1, p.159-168. 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. **The water balance.** Centerton, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology. 104p. 1995.
- THORNTWAITE, C.W. MATHER, J.R. **Instructions and tables for computing potencial evapotranspiration and the water balance.** Ceterton, NJ: rexel institute of technology-Laboratory, 1957. 311p. (Publications in Climatology, vol. 10, n.3).

