



USO DE ÁGUA SALOBRA NA CULTURA DO SORGO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Rita Magally Oliveira da Silva Marcelino¹, Gabriela Carvalho Maia de Queiroz², José Francismar de Medeiros³, Rodrigo Rafael da Silva⁴, Fagner Nogueira Ferreira⁵, Francimar Maik da Silva Morais⁶

RESUMO: Em ambientes áridos e semiáridos a disponibilidade hídrica é limitada, o que torna fundamental a busca por culturas que sejam capazes de produzir nessas condições. O objetivo principal do trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica e de uso de água da cultivar de sorgo IPA SF-15 em condições de diferentes níveis de salinidade da água e lâminas de irrigação nas condições do semiárido. A pesquisa foi conduzida no município de Upanema, Rio Grande do Norte, em delineamento com duplo fatorial, em blocos casualizados, considerando 4 níveis de salinidade (1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS.m⁻¹) e 4 lâminas de irrigação estudadas em dois períodos de corte (55,5, 75,4, 95,4 e 124,6% da ETc no 1º corte, e 54,1, 73,7, 93,4 e 123,9% da ETc no 2º corte). As eficiências agrônômica e do uso da água da cultivar de sorgo IPA SF-15 não foi alterada com a salinidade da água de irrigação de até 6,0 dS.m⁻¹, compatíveis com as águas de poços encontradas na região. A maior oferta de água disponibilizada reduz a eficiência agrônômica, e mais ainda no final do ciclo, mesmo utilizando águas salobras.

PALAVRAS-CHAVE: *Sorghum* sp., estresse salino, biomassa.

USE OF BRACKET WATER IN SORGHUM CULTURE UNDER DIFFERENT IRRIGATION DEPTHS

ABSTRACT: In arid and semi-arid environments, water availability is limited, which makes it fundamental to search for crops that are capable of producing under these conditions. The

¹ Doutoranda em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-árido, (83)9830-5524, rm.magally@gmail.com

² Doutoranda em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-árido, (88)9694-8247, gabrielacarv1999@gmail.com

³ Doutor em Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-árido, (84) 9114-0204, jfmedeir@ufersa.edu.br

⁴ Doutorando em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-árido, (87)8854-4472, rodrigossilva_rafael@hotmail.com

⁵ Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-árido, (83)9939-0335, fagnernf@gmail.com

⁶ Doutorando em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-árido, (84)9470-1914, maiksilva100@hotmail.com

main objective of this work was to evaluate the agronomic and water use efficiency of the sorghum cultivar IPA SF-15 under conditions of different water salinity levels and irrigation depths in semi-arid conditions. The research was conducted in the city of Upanema, Rio Grande do Norte, in a double factorial design, in randomized blocks, considering 4 salinity levels (1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 dS.m⁻¹) and 4 irrigation depths studied in two cutting periods (55.5, 75.4, 95.4 and 124.6% of ET_c in the 1° cut, and 54.1, 73.7, 93.4 and 123, 9% of ET_c in the 2° cut). The agronomic and water use efficiencies of the sorghum cultivar IPA SF-15 did not change with irrigation water salinity of up to 6.0 dS.m⁻¹, compatible with well water found in the region. The greater supply of water available reduces agronomic efficiency, and even more so at the end of the cycle, even using brackish water.

KEYWORDS: *Sorghum* sp., salt stress, biomass.

INTRODUÇÃO

A eficiência de uso de água (EUA) é uma medida importante para a agricultura, pois indica a capacidade da cultura de produzir biomassa ou grãos em relação à quantidade de água utilizada. A busca por culturas que apresentem alta eficiência de uso de água é fundamental em ambientes áridos e semiáridos, onde a disponibilidade hídrica é limitada e os fatores abióticos, como a salinidade do solo e da água de irrigação, altas temperaturas podem comprometer o desenvolvimento das culturas (BEGIZEW, 2021).

Por muito tempo prevaleceu a ideia de uma relação diretamente proporcional entre a água utilizada pela cultura e a EUA (HATFIELD & DOLD, 2019). No entanto, as plantas possuem mecanismos de adaptação para enfrentar estresses, como a escassez hídrica, e garantir sua sobrevivência. Esses mecanismos podem incluir alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas na planta, que visam reduzir a perda de água por transpiração e maximizar a absorção de água do solo (BIANCHI et al., 2016). Tais adaptações podem levar a uma maior eficiência no uso da água pela planta sob condições de estresse.

O sorgo é uma planta de metabolismo C₄, semelhante ao milho, que apresenta potencial para ser cultivado em regiões semiáridas. Essa cultura possui diferentes tipos de uso final, sendo eles forrageiro, granífero, sacarino e biomassa (KANBAR et al., 2021). O sorgo tem se mostrado mais adaptável a diferentes tipos de solos, desde mais arenosos a mais argilosos, e apresenta moderada tolerância à salinidade e déficit hídrico, produzindo bem mesmo sob água de irrigação de 4,5 dS.m⁻¹ (AYERS & WESTCOT, 1985).

É importante avaliar também a eficiência agrônômica em diferentes situações e culturas para maximizar a produção e minimizar os custos. Segundo Oliveira et al. (2008) a eficiência agrônômica é considerada um dos índices de eficiência que estabelece uma relação entre a produção econômica alcançada e a quantidade de nutrientes fornecidos às culturas.

Entretanto, neste trabalho, a eficiência agrônômica trata-se da razão entre biomassa fresca (kg ha^{-1}) e as lâminas de irrigação ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) aplicadas durante o período de avaliação. Esses dados podem contribuir para um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis na natureza, buscando uma melhor eficiência agrônômica para a cultura em estudo. O objetivo principal do trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica e de uso de água da cultivar de sorgo IPA SF-15 em condições de diferentes níveis de salinidade da água e lâminas de irrigação nas condições do semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Upanema, no estado do Rio Grande do Norte, no Brasil. De acordo com a classificação de Köppen, o clima dessa região se caracteriza como Bsh, árido e quente (BECK et al., 2018). Foram estudadas duas variáveis na cultivar de sorgo IPA SF-15: eficiência agrônômica e do uso de água. A pesquisa estudou dois períodos de colheita: o primeiro ocorreu na época do florescimento/frutificação e o segundo na época da maturidade fisiológica.

O experimento foi realizado em delineamento com duplo fatorial em blocos casualizados, considerando 4 níveis de salinidade (1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dS.m^{-1}) e 4 níveis de lâminas de irrigação (55,5, 75,4, 95,4 e 124,6% da ETc no 1º corte, e 54,1, 73,7, 93,4 e 123,9% da ETc no 2º corte), com 3 repetições.

A salinidade foi obtida a partir da mistura dos sais NaCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ na água natural, de modo que a proporção de mol de cargas de Na:Ca:Mg ficasse na proporção 7:2:1. Essa mistura foi escolhida para representar as águas salobras do semiárido do Nordeste do Brasil, conforme descrito por Medeiros (1992). As lâminas de irrigação por sua vez foram delineadas de acordo com a estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc), pelo método FAO-56 (ALLEN et al., 2004).

A eficiência agrônômica foi obtida pela razão entre biomassa fresca (kg ha^{-1}) e as lâminas de irrigação aplicada no período ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$), enquanto a eficiência do uso de água foi determinada

pela razão entre a lâmina de irrigação aplicada ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$), e o rendimento de biomassa seca (kg ha^{-1}).

Os dados foram submetidos a modelos polinomiais (quadrático e linear) para prever o comportamento das variáveis estudadas. A partir de então, procederam-se as análises de variância e regressão, considerando a significância em pelo menos 5% de probabilidade pelo teste F (tabela 2) tanto para o modelo completo como para o coeficiente do maior grau do polinômio, utilizando-se a o software R Studio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A salinidade não afetou as eficiências agrônômica e de água na cultura do sorgo para 1º e 2º corte. (Tabela 1), esse comportamento sugere que, independentemente do nível de salinidade abordado no estudo, a cultura do sorgo é capaz de tolerar irrigação com águas salobras. Segundo Beltrão et al. (2005) em Upanema, região onde ocorreu a condução do experimento, o valor médio da condutividade elétrica (CE) das águas armazenadas em poços varia entre 1,3 a 6,3 dS.m^{-1} .

O sorgo é uma cultura tolerante a salinidade. Segundo a classificação de Ayers & Westcot (1999) o sorgo tolera níveis de CE entre 3 e 6 dS.m^{-1} . Considerando a similaridade dos valores entre a CE da água disponível na região com as salinidades avaliadas na pesquisa, sugere-se o plantio de sorgo na região.

Tabela 1. Significância estatística pelo teste F ($p>0,05$) para eficiência agrônômica e eficiência de uso de água na cultivar de sorgo IPA SF-15.

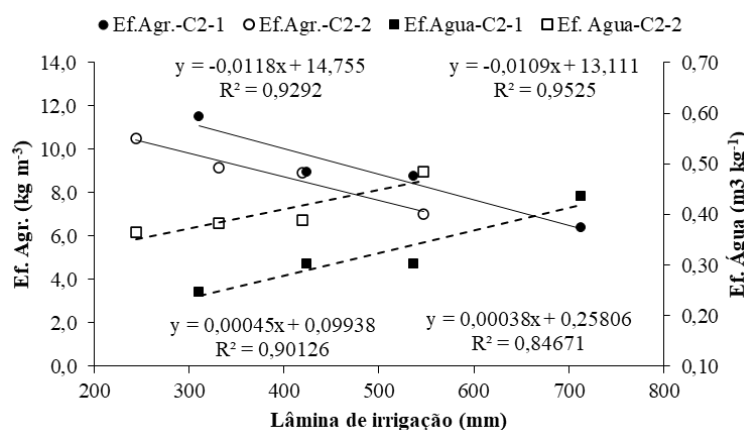
IPA SF-15				
FV	Ef. Agr. (1)	Ef. Ág. (1)	Ef. Agr. (2)	Ef. Ág. (2)
Sal	0,2103	0,2877	0,9829	0,7869
L	0,4508	0,4639	0,9811	0,7736
Q	0,7844	0,6935	0,8307	0,7006
Lam.	0,0021*	0,0719	0,0000*	0,0003*
L	0,0002*	0,0161*	0,0000*	0,0000*
Q	0,8399	0,3212	0,5217	0,2603
S x L	0,3865	0,8611	0,9836	0,7519
CV	21,31	27,82	21,97	27,39

(1) – 1º corte; (2) – 2º corte.

As lâminas de irrigação, por sua vez, apresentaram efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1) indicando que pode haver influência da quantidade de água aplicada nas eficiências agrônômica e de uso da água. A eficiência agrônômica decresceu em função das

lâminas de irrigação, enquanto a eficiência do uso da água aumentou proporcionalmente com o aumento das lâminas de irrigação, ambas para 1º e 2º corte (Figura 1).

A eficiência agrônômica reduziu no 2º corte comparado ao 1º (Figura 1). No 1º corte, a eficiência agrônômica caiu de 10,53 para 7,01 kg.m⁻³ (-33,4%) conforme o aumento da lâmina, enquanto no 2º, de 11,52 para 6,39 kg.m⁻³ (-44,6%). Levando em consideração que a determinação da eficiência agrônômica se dá pela relação entre a biomassa fresca e pela lâmina de irrigação, é importante destacar que a redução dessa eficiência está associada ao processo de amadurecimento da planta. Nesse processo, há perda de água na biomassa fresca da planta.



C2-1 – 1º corte; C2-2– 2º corte.

Figura 1. Eficiência Agrônômica e de uso de Água para o sorgo IPA SF-15 no 1º e 2º cortes, em função da lâmina de irrigação aplicada.

De acordo com Macedo et al. (2018), há uma concordância com relação ao comportamento da biomassa fresca e seca durante o amadurecimento da planta. Os autores observaram que a matéria fresca tende a perder água ao longo desse processo, enquanto a matéria seca tende a acumular.

Aos 76 dias, referente ao primeiro corte, a lâmina de 547 mm resultou numa eficiência do uso de água de 0,48 m³.kg⁻¹, ou seja, 32,67% a mais que o observado na lâmina de 244 mm (0,36 m³ kg⁻¹). No segundo corte, aos 95 dias, por sua vez, foi observado que a lâmina de 713 mm resultou em uma eficiência de utilização de água de 76%. O comportamento observado na eficiência do uso da água está de acordo com as ideias alcançadas por Macedo et al. (2018), que indicam que a biomassa seca tende a acumular água à medida que a planta amadurece.

Machicek et al. (2019) também relatou um aumento na eficiência do uso da água e da massa seca em seu estudo, que avaliou a produção de forragem na cultura do sorgo forrageiro. Para os autores, a colheita realizada aos 90 dias apresentou melhores resultados de na eficiência do uso da água e da massa seca do sorgo em comparação com colheitas anteriores. Esses resultados sugerem que a colheita pode influenciar na eficiência do uso da água.

O estudo de Nxele et al. (2017) ressalta a importância de compreender sobre a influência da água tanto nas massas frescas quanto nas massas secas das plantas. De acordo com os autores as plantas tolerantes armazenam mais água em seus tecidos do que plantas sensíveis. Isso ressalta importância de compreender a eficiência do uso da água para o crescimento de plantas e no enfrentamento do estresse hídrico em diversas culturas.

CONCLUSÕES

A eficiência agrônômica e do uso da água do sorgo IPA SF-15 não sofreram alterações em função do nível de salinidade. A maior oferta de água disponibilizada reduz a eficiência agrônômica, e mais ainda no final do ciclo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. (1998). **Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements)**. Roma: FAO;
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A. **Qualidade da água na agricultura**. 2 ed. Campina Grande: DEAg/CCT, Universidade Federal da Paraíba. 1999. 190p;
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Salinity Problems. In: **Water quality for agriculture**. 1. ed. [S.l.]: FAO, 1985. p. 13–58. Disponível em: <https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/tmdl/records/state_board/1985/ref2648.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.
- BECK, H. E.; ZIMMERMANN, N. E.; MCVICAR, T. R.; VERGOPOLAN, N.; BERG, A.; WOOD, E. F. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v. 5, n. 1, p. 1–12, 2018. Disponível em: <DOI: 10.1038/sdata.2018.214>.
- BEGIZEW, G. Agricultural production system in arid and semi-arid regions. **International Journal of Agricultural Science and Food Technology**, p. 234–244, 2021. Disponível em: <DOI: 10.17352/2455-815X.000113>.
- BELTRÃO, B. A.; ROCHA, D. E. G. A. DA; MASCARENHAS, J. DE C.; SOUZA JÚNIOR, L. C. DE; PIRES, S. DE T. M.; CARVALHO, V. G. D. DE. **Projeto cadastro de fontes de**

abastecimento por água subterrânea, estado do Rio Grande do Norte: relatório diagnóstico do município de Upanema. Recife. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17300>>. Acesso em: 29 jun. 2022.

BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; SILVA, M. DE A. Adaptação das plantas ao deficit hídrico. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 4, p. 15-32, 2016.

HATFIELD, J. L.; DOLD, C. Water-use efficiency: Advances and challenges in a changing climate. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 103, 2019. Disponível em: <DOI: 10.3389/FPLS.2019.00103/BIBTEX>.

KANBAR, A.; FLUBACHER, N.; HERMUTH, J.; KOSOVÁ, K.; HORN, T.; NICK, P. Mining Sorghum Biodiversity—Potential of Dual-Purpose Hybrids for Bio-Economy. **Diversity** 2021, v. 13, n. 5, p. 192, 2021. Disponível em: <DOI: 10.3390/D13050192>.

MACÊDO, A. J. DA S.; RAMOS, J. P. DE F.; SANTOS, E. M.; SOUSA, W. H. DE; OLIVEIRA, F. G. DE; SOUZA, J. T. A.; ORESCA, D. Morphometric and productive characteristics of sorghum genotypes for forage production in the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, n. 3, p. 256–267, 2018. Disponível em: <DOI: 10.1590/S1519-99402018000300003>.

MACHICEK, J. A.; BLASER, B. C.; DARAPUNENI, M.; RHOADES, M. B. Harvesting Regimes Affect Brown Midrib Sorghum-Sudangrass and Brown Midrib Pearl Millet Forage Production and Quality. **Agronomy**, v. 9, n. 8, p. 416, 2019. Disponível em: <DOI: 10.3390/AGRONOMY9080416>.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos estados do RN, PB e CE.** 1992. Campina Grande, 1992.

NXELE, X.; KLEIN, A.; NDIMBA, B. K. Drought and salinity stress alters ROS accumulation, water retention, and osmolyte content in sorghum plants. **South African Journal of Botany**, v. 108, p. 261–266, 2017. Disponível em: <DOI: 10.1016/J.SAJB.2016.11.003>.

OLIVEIRA, F. DE A. DE; MEDEIROS, J. F. DE; LIMA, C. J. G. DE S.; DUTRA, I.; OLIVEIRA, M. K. T. DE. Eficiência agrônômica da fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do meloeiro nas condições do semi-árido nordestino. **Caatinga**, v. 21, n. 5, p. 05-11, 2008.