

## ESTRESSE SALINO E HÍDRICO NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DO MILHO

Geocleber Gomes de Sousa<sup>1</sup>, Geovanna Ferreira Goes<sup>2</sup>, Alisson Gomes da Silva<sup>3</sup>, Fred Denilson Barbosa da Silva<sup>4</sup>, Francisco Hermes Rodrigues Costa<sup>5</sup>, Márcio Henrique da Costa Freire<sup>6</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o desempenho agronômico da cultura do milho irrigado com água de menor e maior salinidade sob intervalos de supressão. O experimento foi conduzido em condição de campo, na Fazenda Experimental de Piroás, Redenção-CE. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em arranjo fatorial 2 x 4, sendo o primeiro fator referente a condutividade elétrica da água de irrigação (0,8 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>) e o segundo fator, quatro intervalos de supressões (IS1= 40 a 50 DAS; IS2= 50 a 65 DAS; IS3= 65 A 80 DAS e IS4= sem intervalos de supressão), com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis: massa de espiga com e sem palha e produtividade. O tratamento sem intervalo de supressão hídrica associado a água de menor salinidade proporcionaram maior massa de espiga com palha e sem palha. A água de alta salinidade com intervalos de supressão afetaram a massa da espiga. A água irrigada maior ou menor salinidade, sem intervalos de supressão hídrica, proporcionou maior produtividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays* L., salinidade, supressão da irrigação.

## SALINE AND WATER STRESS IN THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF CORN CROP

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the agronomic performance of corn irrigated with water of lower and higher salinity under suppression intervals. The experiment

<sup>1</sup> Professor Adjunto, Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Avenida da Abolição, 03, CEP: 62790-00, Redenção, CE. Fone (85) 987244390, e-mail: sousagg@unilab.edu.br

<sup>2</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção, CE

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção, CE

<sup>5</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, DENA, UFC, Fortaleza, CE

<sup>6</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

was conducted in a field condition, at the Experimental Farm of Piroás, Redenção-CE. The experimental design was in randomized blocks in a 2 x 4 factorial arrangement, the first factor referring to the electrical conductivity of irrigation water (0.8 and 3.0 dS m<sup>-1</sup>) and the second factor, four suppression intervals (IS1= 40 to 50 DAS; IS2= 50 to 65 DAS; IS3= 65 AT 80 DAS and IS4= without suppression intervals), with four replications. The following variables were evaluated: ear mass with and without straw and productivity. The treatment without water suppression interval associated with water of lower salinity provided a greater mass of ear with straw and without straw. High salinity water with suppression intervals affected the mass of the ear. The water irrigated with or without salinity, without water suppression intervals provided higher productivity.

**KEYWORDS:** *Zea mays* L., salinity, irrigation suppression.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*, L.) pertencente à família Poaceae, é uma cultura fundamental para a agricultura brasileira, sendo cultivada em todas as regiões do País, sendo utilizada na alimentação animal, humana e na produção de biodiesel (CONTINI et al., 2019). Segundo a CONAB (2021), a produtividade média do milho no Brasil é de 5.620 kg ha<sup>-1</sup> em 2021/22.

O excesso de sais na água causa redução no potencial osmótico da solução do solo e comprometem os processos fisiológicos das plantas, o equilíbrio hídrico e iônico, incluindo divisão, diferenciação e expansão celular e, conseqüentemente, crescimento e a produtividade das plantas (LIMA et al., 2020).

As limitações hídricas podem influenciar negativamente as culturas, pois o estresse varia de acordo com as culturas, tempo de exposição e fatores edáficos (GOES et al., 2021). O estresse hídrico e salino proporciona redução do potencial hídrico do solo, tornando a solução do solo indisponível, ou não prontamente disponível, para a absorção de nutrientes pelas plantas ocasionando um efeito negativo nos processos fisiológicos (SOUSA et al., 2023).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento inicial da cultura do milho sob diferentes intervalos de supressão da irrigação com água salobra.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na fazenda experimental Piroás pertencente a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira/UNILAB, situada em Redenção, Ceará. O clima da região é do tipo Aw', ou seja, caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono (KOPPEN, 1923).

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2018). Os atributos químicos encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características física e química do solo.

Características	Valores
MO (g kg <sup>-1</sup> )	15,62
N (g kg <sup>-1</sup> )	0,98
P (mg kg <sup>-1</sup> )	15
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	1,6
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	6
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	1,9
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,23
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	2,31
Al (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,2
SB (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	8,3
CEes (dS m <sup>-1</sup> )	0,31
pH	6,6

MO = matéria orgânica, SB = soma de bases, CTC = capacidade de troca de cátions, V = saturação de bases e CEes = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

A cultura do milho (*Zea mays* L.) foi semeada manualmente em agosto de 2020, com 4 sementes por cova, no espaçamento de 1,0 x 0,3 m. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial com quatro repetições, sendo o primeiro fator a salinidade das águas de irrigação (0,8 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>) e o segundo fator, quatro intervalos de supressões (IS1= 40 a 50 DAS; IS2= 50 a 65 DAS; IS3= 65 A 80 DAS e IS4= sem intervalos de supressão). Cada tratamento apresenta 05 dias sem irrigação em diferentes datas no decorrer dos dias após o plantio (DAP). Até o primeiro intervalo da supressão da irrigação, as irrigações foram realizadas com as águas de 0,8 e 3,0 dS m<sup>-1</sup> com uma frequência de irrigação diária para todos os tratamentos.

O sistema de irrigação utilizado foi de gotejamento. A vazão do emissor foi de 8,0 L h<sup>-1</sup>. A quantidade de água aplicada foi calculada com base no coeficiente da cultura (Kc) (DOORENBOS & KASSAM, 1994), e evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) estimada pelo método do tanque classe A, instalado próximo a área experimental, com um turno de rega de 2 dias. A água salina foi preparada utilizando os sais de NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na

proporção de 7:2:1, em água não salina (0,8 dS m<sup>-1</sup>), seguindo a relação entre a CEa e sua concentração (mmolc L<sup>-1</sup> = CE x 10), conforme Rhoades et al. (2000).

Para a irrigação foram utilizados gotejadores com uma vazão de 8 L h<sup>-1</sup>, espaçados a 0,30 m, e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) de aproximadamente 92%.

O tempo de irrigação foi estimado a partir da Eq. 1:

$$TI = \frac{ETcxEp}{Eaxq} x 60 \quad (1)$$

Em que:

Ti - tempo de irrigação (min);

ETc - evapotranspiração da cultura (mm);

Ep - espaçamento entre gotejadores;

Ea - eficiência de aplicação (0,9); e,

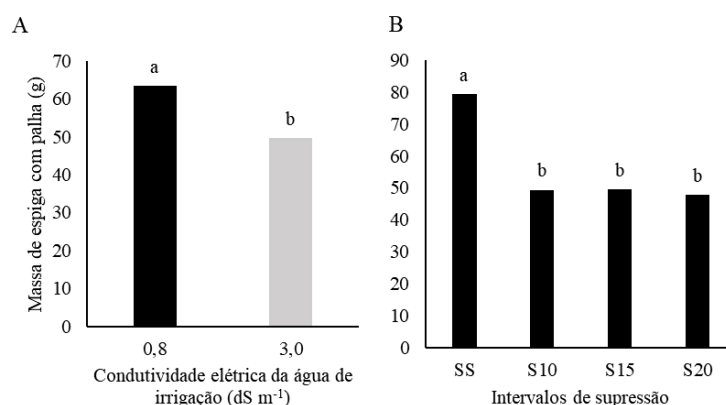
q - vazão (L h<sup>-1</sup>).

Para a lâmina a ser aplicada acrescentou-se uma fração de lixiviação de 0,15 (AYERS & WESTCOT, 1999).

Ao final do ciclo da cultura foram colhidas seis plantas de milho de cada parcela útil, identificadas e postas para secar. Posteriormente foram avaliadas as seguintes variáveis: massa de espiga com palha – MECP e sem palha – MESP e a produtividade – PROD. Os dados foram submetidos a análise de variância e após verificar significância foi realizado o teste de comparação de média de Tukey (p<0,05), utilizando o programa ASSISTAT 7.7 BETA (SILVA & AZEVEDO, 2016).

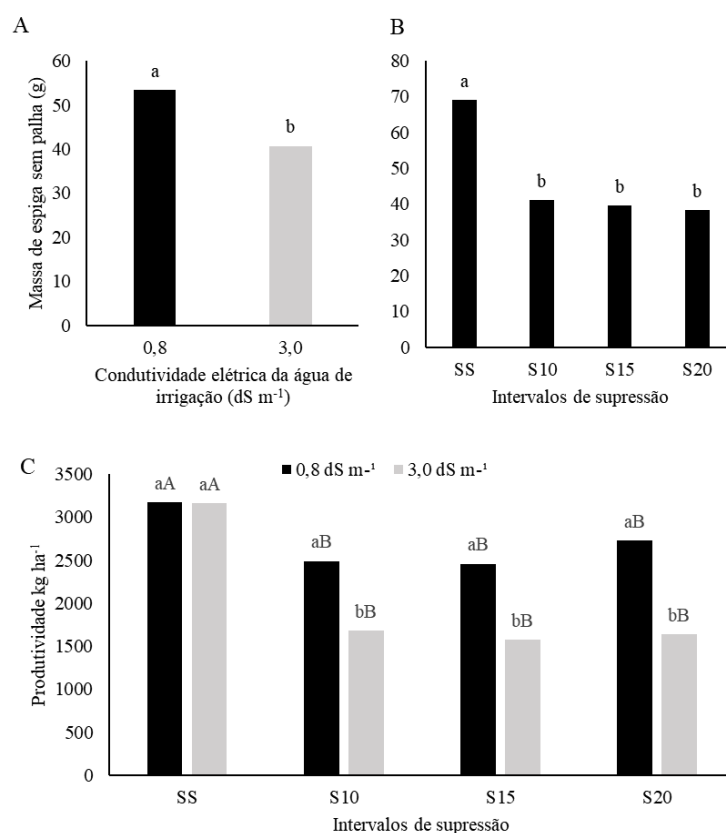
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1A, observa-se que a água de menor salinidade apresentou superioridade em relação a água de maior salinidade para a variável massa de espiga com palha. Devido à baixa concentração de sais no solo, diante a água de irrigação de baixa salinidade, a absorção de água pelas não foi afetada em relação às culturas com estresse salino, onde ocorre a redução do potencial osmótico (COSTA et al., 2021). Tendências similares foram verificadas por Rodrigues et al. (2020), onde a massa de espiga com palha foi maior quando irrigada com água de menor salinidade.



**Figura 1.** Massa de espiga com em função da condutividade elétrica das águas de irrigação (A) e intervalo de supressão (B). Letras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 1% e 5%.

Quanto ao intervalo de supressão (Figura 1B), o tratamento sem intervalo de supressão foi superior aos demais tratamentos, que não diferiram entre si. A deficiência hídrica durante o processo reprodutivo pode resultar na inibição floral, causando aborto de embriões e reduzindo a produção de números de grão na espiga reduzindo sua massa (ROCHA et al., 2021). Avaliando o desempenho de milho sob estresse hídrico, Valadares et al. (2022), evidenciaram redução na massa de espiga sob déficit hídrico.



**Figura 2.** Massa de espiga sem palha em função da condutividade elétrica das águas de irrigação (A) e intervalo de supressão (B) e produtividade da cultura do milho irrigada com água salobra. Letras minúsculas em um mesmo nível de intervalo de supressão, ou maiúsculas em um mesmo nível de salinidade, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 1% e 5%.

Para a variável massa de espiga sem palha (Figura 2A), os tratamentos irrigados com água de menor salinidade apresentaram valores superiores em relação aos submetidos a água salobra. Possivelmente, os sais afetaram a absorção de potássio e influenciaram diretamente na qualidade das espigas. Corroborando com os resultados desses estudos, Sousa et al. (2022), observaram perdas na massa de espiga de milho sem palha submetidas à salinidade.

Na Figura 2B, o intervalo SS foi superior aos demais intervalos. Componentes de produção com massa de espigas são gravemente afetados pelo estresse hídrico nas mais diversas fases de desenvolvimento da cultura, afetando o estágio de crescimento reprodutivo reduzindo o peso e rendimento do grão da espiga (SONG et al., 2019). De forma similar, Goes et al. (2021), verificaram maiores valores de massa na cultura do amendoim na ausência de intervalos de supressões.

Observa-se na Figura 2C, que a produtividade não foi afetada pelo tratamento sem intervalo de supressão irrigado por água maior ou menor salinidade. No entanto, nos demais intervalos, a água de maior salinidade influenciou negativamente a produtividade do milho. Alves et al. (2021) observaram na cultura da soja alta produtividade da cultura no tratamento com menor restrição hídrica.

## **CONCLUSÕES**

O tratamento sem intervalos de supressão hídrica associado a água de baixa salinidade proporcionou maior massa de espiga com e sem palha. A produtividade foi maior quando não houve supressão hídrica, independentemente da condutividade elétrica da água.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo e o suporte financeiro para a realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. D. S.; RODRIGUES, L. N.; OLIVEIRA, R. A. D.; LORENA, D. R. Water deficit on the growth and yield of irrigated soybean in the Brazilian Cerrado region. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, p. 750-757, 2021.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande-PB: UFPB. Tradução DE GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A.V.; 1999. 153P. (Estudos FAO: Irrigation and Drainage Paper, v. 29 Revisado 1).
- CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA., R.; BORGHI, E; MIRANDA, R. D.; SILVA A. D.; SILVA, D. D; MACHADO, J. R. A; COSTA L. V.; COSTA, R. V.; MENDES, S. M. **Milho: caracterização e desafios tecnológicos**. Brasília: Embrapa. (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2), 2019.
- COSTA, F. H. R.; GOES, G. F.; ALMEIDA, M. DE S.; MAGALHÃES, C. L.; SOUSA, J. T. M. DE; SOUSA, G. G. Maize crop yield in function of salinity and mulch. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 12, p. 840-846, 2021.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. M. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 2018. 353p.
- FREIRE, M. H. D. C.; VIANA, T. V. D. A.; SOUSA, G. G. D.; AZEVEDO, B. M. D.; SOUSA, H. C.; GOES, G. F.; LESSA, C. I. N; SILVA, F. D. Organic fertilization and salt stress on the agronomic performance of maize crop. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, p. 848-854, 2022.
- GOES, G. F.; SOUSA, G. G.; SANTOS, S.O.; SILVA, F. B.; CEITA, E. D. A. R.; LEITE, K. N. Produtividade da cultura do amendoim sob diferentes supressões de irrigação com água salina. **Irriga**, v. 26, n. 2, p. 210-220, 2021.
- KÖPPEN, W. P. **Die klimate der erde: Grundriss der klimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter & So., 1923. 369p.
- LIMA, G. S. D.; SILVA, J. B. D.; PINHEIRO, F. W. A.; SOARES, L. A. D. A.; GHEYI, H. R. Potassium does not attenuate salt stress in yellow passion fruit under irrigation management strategies. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 1082-1091, 2020.

MILHO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, Brasília, DF, v.9, p. 1-85, ago. 2021, safra 2020/21.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. 2000, 117p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem.

ROCHA, D. S.; RODRIGUES, C. S.; GALLO, P. B.; TICELLI, M.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Drought tolerance in intervarietal maize hybrids. **Revista Caatinga**, v. 34, p. 80-89, 2021.

RODRIGUES, V. D. S.; BEZERRA, F. M.; SOUSA, G. G. D.; FIUSA, J. N.; LEITE, K. N.; VIANA, T. V. D. A. Yield of maize crop irrigated with saline waters. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, p. 101-105, 2020.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Africa Journal and Agriculture Research**. v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SONG, L.; JIN, J.; HE, J. Effects of severe water stress on maize growth processes in the field. **Sustainability**, v. 11, n. 18, p. 5086, 2019.

SOUSA, G. G.; SOUSA, H. C.; SANTOS, M. F.; LESSA, C. I. N.; GOMES, S. P. Saline water and nitrogen fertilization on leaf composition and yield of corn. **Revista Caatinga**, v. 35, p. 191-198, 2022.

SOUSA, H. C.; SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. D. A.; PEREIRA, A. P. A.; LESSA, C. I. N.; SOUZA, M. V. P.; GUILHERME, J. M. S.; GOES, G. F.; ALVES, F. G. S.; GOMES, S. P.; SILVA, F. D. B. *Bacillus aryabhatai* Mitigates the Effects of Salt and Water Stress on the Agronomic Performance of Maize Under an Agroecological System. **Agriculture**, n. 13, 1150, 2023.

VALADARES, F. V.; ALMEIDA, R. N. D.; SILVA, L. R. E.; SANTOS, G. R.; PIROVANI, R. O. L.; SOUZA NETO, J. D. D.; BERILLI, A. P. C. G.; MOULIN, M. M.; BERILLI, M. V. S. S.; PEREIRA, M. G. Reciprocal recurrent selection for obtaining water-deficit tolerant maize progeny. **Ciência Rural**, v. 52, 2022.