

**PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES
COMBINAÇÕES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E SALINIDADE DA ÁGUA**

Márcio Henrique da Costa Freire¹, Thales Vinícius de Araújo Viana², Geocleber Gomes de Sousa³, Henderson Castelo de Sousa⁴, Geovana Ferreira Goes⁵, Claudivan Feitosa de Lacerda⁶

RESUMO: O uso de águas salobras na irrigação pode levar a reduções no rendimento das culturas, sendo necessário minimizar os impactos negativos, como pelo uso de fertilizantes orgânicos, que podem atenuar os problemas causados pela salinidade sobre a produtividade. Objetivou-se avaliar a produtividade do milho sob irrigação com água salina e adubação orgânica. O estudo foi conduzido em campo na Fazenda experimental da Unilab, Redenção-CE. O delineamento foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, sendo as parcelas 2 níveis de salinidade da água de irrigação (0,8 e 3,0 dS m⁻¹) e as subparcelas 4 combinações de aplicação de fontes de adubos orgânicos: esterco bovino + biofertilizante de aves + biofertilizante caprino, esterco bovino + biofertilizante caprino, esterco bovino + biofertilizante de aves, e tratamento controle, com quatro repetições. Foram avaliadas as variáveis de massas da espiga com e sem palha e a produtividade de grãos. As combinações das fontes de adubos orgânicos utilizados não exerceram influência sobre o acúmulo de assimilados e produtividade na cultura do milho sob irrigação com água de 3,0 dS m⁻¹, excetuando a C3, que atenua o efeito salino.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* (L.), rendimento, fertilizantes orgânicos, estresse salino

**PRODUCTIVITY OF CORN CROP UNDER DIFFERENT COMBINATIONS OF
ORGANIC FERTILIZATION AND WATER SALINITY**

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal do Ceará - CCA/UFC, Bloco 804 Departamento de Engenharia Agrícola, CEP 60.455-760, Fortaleza, CE. Fone (85) 9.8185-8368, e-mail: marciohcfreire@gmail.com

² Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

³ Prof. Doutor, Instituto de Desenvolvimento Rural – IDR, UNILAB, Redenção, CE

⁴ Mestrando em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

⁵ Acadêmica em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural – IDR, UNILAB, Redenção, CE

⁶ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

ABSTRACT: The use of brackish water for irrigation can lead to reductions in crop yields, and it is necessary to minimize negative impacts, such as the use of organic fertilizers, that can alleviate the problems caused by salinity on yield. The aim of this study was to evaluate the productivity of corn under irrigation with saline water and organic fertilization. The study was conducted in the field at Unilab's experimental farm, Redenção-CE. The design was randomized blocks, in subdivided plots, with the plots having 2 levels of irrigation water salinity (0.8 and 3.0 dS m⁻¹) and the subplots 4 application combinations of organic fertilizer sources: cattle manure + poultry biofertilizer + goat biofertilizer, cattle manure + goat biofertilizer, cattle manure + poultry biofertilizer, and control treatment, with four repetitions. Ear weights with and without straw and grain yield were evaluated. The combinations of sources of organic fertilizers used do not influenced the accumulation of assimilates and productivity in corn crop under irrigation with water of 3.0 dS m⁻¹, except for C3, which attenuates the saline effect.

KEYWORDS: *Zea mays* (L.), yield, organic fertilizers, salt stress

INTRODUÇÃO

Estudos com o uso de águas salinas em grandes culturas anuais, como no milho (*Zea mays* L.), vêm sendo desenvolvidos a fim de compreender melhor as relações solo-planta envolvidas em cultivos salinos, mas principalmente em áreas onde as condições de cultivo revelam presença dos sais, como no Nordeste brasileiro (RODRIGUES et al., 2020).

Segundo Maas (1986) o milho é uma cultura classificada como moderadamente sensível aos sais, possuindo uma salinidade limiar de 1,7 dS m⁻¹, podendo variar entre materiais genéticos da mesma espécie (AYERS & WESTCOT, 1999).

Estudos de crescimento e produção em condições salinas com o uso de fertilizantes orgânicos vêm ganhando destaque no cenário agrícola, como pelo uso de fertilizantes orgânicos de origem animal, tais como os esterco e os biofertilizantes (SOUZA et al., 2019), cujo uso pode resultar, no reaproveitamento de resíduos e na substituição parcial ou total das adubações químicas (SOUSA et al., 2017).

Sousa et al. (2016) estudando a cultura do milho relataram redução dos efeitos deletérios dos sais sobre o crescimento das culturas submetidas a doses de biofertilizante de caranguejo. Em relação à produtividade, Santos et al. (2019), para a cultura do pimentão, obtiveram aumentos significativos em plantas que receberam os insumos orgânicos, mesmo sob condições salinas.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a massa das espigas e a produtividade de milho sob irrigação com água salina e combinações de diferentes fontes de adubos orgânicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de agosto a novembro de 2020, a pleno sol, na Fazenda Experimental Piroás, pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, localizada no município de Redenção, Ceará.

O delineamento adotado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema de parcela subdividida, com 4 repetições para cada tratamento, em que as parcelas consistiram de 2 condutividades elétricas da água de irrigação – CEa: A1 – água de abastecimento de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ – e A2 – solução salina de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$; e as subparcelas foram referentes a 4 combinações de aplicação de fontes de adubos orgânicos: C1 – esterco bovino + biofertilizante de aves + biofertilizante caprino, C2 – esterco bovino + biofertilizante caprino, C3 – esterco bovino + biofertilizante de aves, e C4 – tratamento controle.

Na área foi semeada a cultura do milho (*Zea mays* L.), cultivar BRS Caatingueiro, a mesma utilizada pelos produtores da região, de forma que as sementes foram postas manualmente em covas, com 4 sementes por cova, no espaçamento de $1,0 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$ entre as linhas de plantio e entre plantas. Aos oito dias após a semeadura (DAS), com o estande de plantas já estabelecido, foi realizado o desbaste deixando-se uma planta por cova, sendo 4 linhas por parcela, totalizando 20 plantas por parcela, correspondendo a um estande de $50.000 \text{ plantas ha}^{-1}$.

A solução salina foi preparada utilizando os sais NaCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ na proporção de 7:2:1 obedecendo a relação entre CEa e sua concentração molar ($\text{mmolc L}^{-1} = \text{CE} \times 10$) (RICHARDS, 1954).

Foi utilizado esterco bovino curtido e dois biofertilizantes preparados a partir de esterco fresco de aves e de esterco de rebanho caprino, os quais foram preparados utilizando esterco de caprinos e esterco de galinhas e água na proporção de 1:1 (relação volume/volume) para cada biofertilizante. De acordo com a necessidade de complementação nutricional para a cultura do milho cultivada na área e com a quantidade de NPK presentes nos adubos, as quantidades aplicadas de adubo aconteceram em função da fase fenológica da cultura.

Aos 90 DAS foram coletadas espigas maduras as quais foram postas para secagem durante 15 dias em ambiente protegido do tipo estufa até atingirem massa constante e, quando atingida, foram mensuradas as seguintes variáveis: massa seca da espiga com palha (MECP) e

sem palha (MESP). Os grãos foram pesados para a verificação da massa média de grãos (MMG) e, posteriormente, estimada a produtividade de grãos (PROD) relacionando a massa média de grãos e o estande de plantas.

Os dados foram submetidos à testes de normalidade e, quando constatada, seguiu-se a aplicação da análise de variância (Anova) e, quando significativos pelo teste F, os dados foram submetidos a testes de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% (*) de significância, utilizando-se o software ASSISTAT 7.7 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A MECP sofreu influência tanto das combinações de adubação orgânica quanto das águas de irrigação (Figura 1A). O acúmulo de massa nas palhadas de milho ocorre, geralmente, em função das quantidades de N que são ofertadas às culturas (LINS et al., 2017) e como a composição nutricional dos biofertilizantes utilizados é bastante variada, destaca-se que a maior oferta pelas combinações C1 e C2 favorecem esses resultados. Além disso, o elevado conteúdo de sódio no solo pode ter afetado a aquisição de nutrientes, especialmente o K, que é responsável pelo transporte de assimilados de forma adequada para as partes vegetais (MEURER et al., 2018).

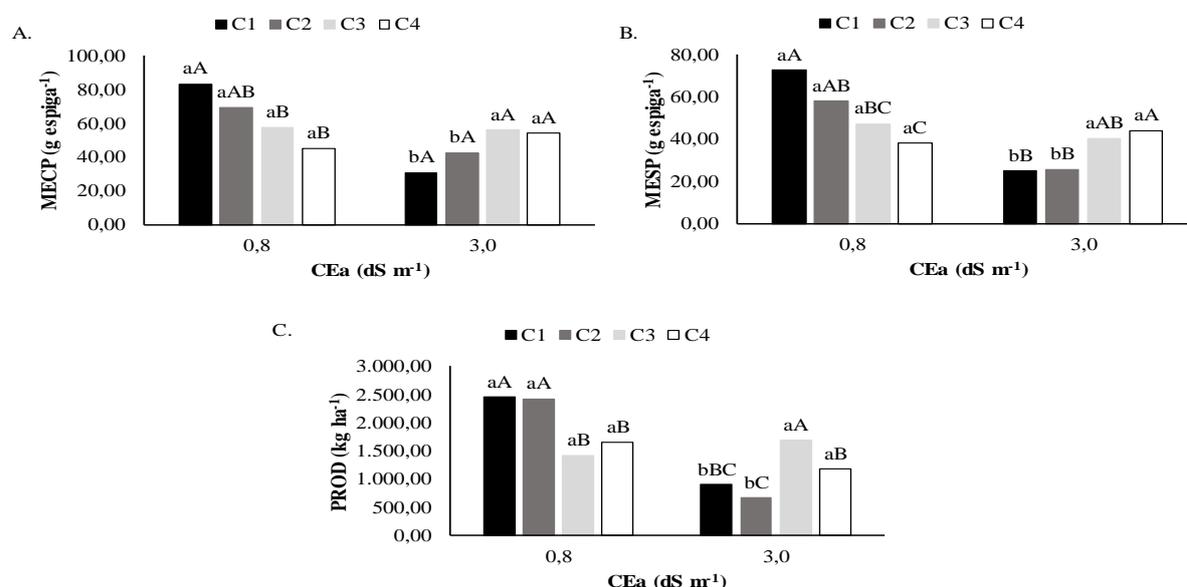


Figura 1. Massas da espiga com palha (A) e sem palha (B) e Produtividade (C) de milho sob irrigação com água salina e combinações de adubação orgânica. Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas entre CEa e maiúsculas entre combinações na mesma CEa, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. C1 – esterco bovino + biofertilizante de aves + biofertilizante caprino, C2 – esterco bovino + biofertilizante caprino, C3 – esterco bovino + biofertilizante de aves, e C4 – tratamento controle.

Corroborando os dados do presente estudo, Fernandes et al. (2019) obtiveram maiores acúmulos de massa seca nas espigas com palha em maiores quantidades de nitrogênio ofertadas, alcançando 121,03 g esp⁻¹. Já sob condições salinas, foram verificadas reduções na massa seca das espigas com palha em estudos desenvolvidos por Rodrigues et al. (2020), que detectaram reduções a partir da salinidade de 2,34 dS m⁻¹.

Foi observado um incremento na MESP para os tratamentos que receberam adubação orgânica em relação ao tratamento controle para a água de 0,8 dS m⁻¹ e reduções para a água de 3,0 dS m⁻¹ (Figura 1B). Entre as CEa, obteve-se redução de 65,69 e 55,46% em espigas submetidas á água de alta salinidade em relação a água de baixa salinidade nos tratamentos C1 e C2 (72,62 e 58,00 g).

O comportamento apresentado para a MESP foi similar ao obtido na MECP, o que demonstra novamente o efeito nutricional benéfico das combinações de adubação na água de baixa salinidade, além dos efeitos prejudiciais dos sais na aquisição de nutrientes no tratamento salino para as combinações C1 e C2, respectivamente, demonstrando que a combinação entre adubos e salinidade afeta negativamente a produção e a alocação de assimilados (MEURER et al., 2018).

Similarmente, Fernandes et al. (2019) obtiveram maiores acúmulos de massa seca nas espigas de milho sem palha quando em maiores quantidades de nitrogênio ofertadas (87,04 g esp⁻¹). Já sob condições salinas, foram verificadas reduções na massa das espigas sem palha a partir da salinidade de 2,52 dS m⁻¹, alcançando 60,83 g, em trabalho desenvolvido por Rodrigues et al. (2020).

A produtividade da cultura do milho (Figura 1C) foi alterada dentre as combinações de adubação orgânica na CEa de 0,8 dS m⁻¹, enquanto que na CEa de 3,0 dS m⁻¹, constatou-se variação de valores conforme a combinação utilizada, com a maior produtividade obtida no tratamento C3 (1.693,3 kg ha⁻¹), com um acréscimo de 43,9% em relação ao tratamento controle (1.176,3 kg ha⁻¹).

Os baixos valores de produtividade podem estar relacionados com o efeito de sombreamento que as plantas tiveram ao longo do experimento em determinado horário do dia, o que pode ter favorecido a redução da produção de fotoassimilados por se tratar de uma planta de mecanismo C4 e, conseqüentemente, ter afetado a produtividade de grãos (FANCELLI, 2015).

Destaca-se que a maior produtividade obtida com água salina no presente estudo (3,0 dS m⁻¹ na combinação C3 - 1.693,3 kg ha⁻¹), foi superior à produtividade média do Estado do Ceará, que obteve na safra 2020/2021 uma produtividade de 1.232,0 kg ha⁻¹ (CONAB, 2021).

CONCLUSÕES

A estratégia de aplicação de esterco bovino associada aos biofertilizantes de aves e caprino incrementa as massas das espigas e a produtividade da cultura do milho sob irrigação com água de baixa salinidade de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$.

A estratégia de aplicação de esterco bovino associada ao biofertilizante de aves atenua o efeito deletério dos sais sobre a produtividade da cultura do milho irrigada com água de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$.

O uso de biofertilizante caprino associado a outras fontes orgânicas prejudica as massas das espigas e a produtividade da cultura do milho irrigada com água de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$.

REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2020/2021**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 25 mar. 2021.
- FANCELLI, A. L. **Cultivo racional e sustentável requer maior conhecimento sobre planta do milho**. Visão agrícola, n. 13, p. 20-23, 2015.
- FERNANDES, C. N. D.; FERNANDES, C. N. V.; VIANA, T. V. A.; SOBREIRA, A. E. A.; ALVES, J. L. S.; AZEVEDO, B. M. Fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do milho verde. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 6, p. 3724-3730, 2019.
- LINS, F. J. A.; FERREIRA, P. V.; ASSUNÇÃO, M. C.; SANTOS, D. F.; CARVALHO, A. P. V.; SANTOS, N. E. A. Crescimento de genótipos experimentais de milho em função de doses crescentes de nitrogênio. **Ciência Agrícola**, v. 15, n. 2, p. 19-27, 2017.
- MAAS, E., V. Salt tolerance of plants. **Applied Agriculture Research**, v. 1, p. 12-26, 1986.
- MEURER, E. J.; TIECHER, T.; MATTIELLO, L. Potássio. In: FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. (eds). **Nutrição Mineral de Plantas**. 2ª ed. Viçosa: SBCS, Cap. 12, p.429-464, 2018.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1954. 160p.

RODRIGUES, V. S.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, G. G.; FIUSA, J. N.; LEITE, K. N.; VIANA, T. V. A. Produtividade da cultura do milho irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 101-105, 2020.

SANTOS, F. S. S.; VIANA, T. V. A.; COSTA, S. C.; SOUSA, G. G.; AZEVEDO, B. M. Growth and yield of semi-hydroponic bell pepper under desalination waste-water and organic and mineral fertilization. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 1005-1014, 2019.

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

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A. V.; SILVA, G. L.; DIAS, C. N.; AZEVEDO, B. M. Interação entre salinidade e biofertilizante de caranguejo na cultura do milho. **Magistra**, v. 28, n. 1, p. 44-53, 2016a.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; REBOUÇAS NETO, M. O.; SILVA, G. L.; AZEVEDO, B. M.; COSTA, F. R. B. Características agronômicas do girassol irrigado com águas salinas em substratos com fertilizantes orgânicos. **Revista Agrogeoambiental**, v. 9, n. 1, p. 65-75, 2017.

SOUZA, M. V. P.; SOUSA, G. G.; SALES, J. R. S.; FREIRE, M. H. C.; SILVA, G. L.; VIANA, T. V. A. Saline water and biofertilizer from bovine and goat manure in the Lima bean crop. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, e5672, 2019.