

## PRODUÇÃO DE BIOMASSA NO MILHO VERDE SOB MITIGAÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO E SUPRESSÕES DE IRRIGAÇÃO

Joel Alves de Oliveira<sup>1</sup>, Gleyciane Rodrigues Lins<sup>2</sup>, Igor Oliveira da Silva<sup>3</sup>, Benito Moreira de Azevedo<sup>4</sup>, Alexandre Reuber Almeida da Silva<sup>5</sup>, Carlos Newdmar Vieira Fernandes<sup>5</sup>

**RESUMO:** O estudo avaliou o impacto de estratégias mitigadoras de estresse hídrico na produção de biomassa do milho (*Zea mays* L.) sob diferentes intervalos de supressão de irrigação. O experimento foi conduzido no IFCE – Campus Iguatu, em clima semiárido, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo 20 tratamentos em quatro blocos. As parcelas consistiram em cinco supressões hídricas (0, 5, 10, 15 e 20 dias). As subparcelas receberam quatro estratégias: testemunha, inoculação com *Bacillus aryabhattai*, aplicação de antitranspirante e combinação de ambos. A irrigação foi controlada por gotejamento e os dados meteorológicos foram monitorados. Aos 71 dias após plantio analisou-se as variáveis massa da espiga com palha (MECP) e massa da espiga sem palha (MESP). A supressão hídrica reduziu significativamente a biomassa do milho, reforçando a importância do manejo eficiente da irrigação para mitigar perdas em ambientes com escassez hídrica. Para cada dia adicional de supressão hídrica, houve redução de 14,54 g planta<sup>-1</sup> na massa fresca e 3,15 g planta<sup>-1</sup> na massa seca da planta.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Bacillus aryabhattai*, antitranspirante, irrigação deficitária

## BIOMASS PRODUCTION IN GREEN CORN UNDER WATER STRESS MITIGATION AND IRRIGATION SUPPRESSIONS

**ABSTRACT:** The study evaluated the impact of strategies to mitigate water stress on the biomass production of maize (*Zea mays* L.) under different irrigation suppression intervals. The experiment was conducted at IFCE – Iguatu Campus, in a semi-arid climate, using a randomized

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola, IFCE – campus Iguatu, Rodovia Iguatu / Várzea Alegre, km 05, s/n, Vila Cajazeiras, Iguatu, Ceará – Brasil, CEP: 63503-790. Fone: (85) 3455-3037. Email: oliveira.alves07@aluno.ifce.edu.br.

<sup>2</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, SP.

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

<sup>5</sup> Prof. Doutor, Departamento de Ensino, IFCE, Iguatu, CE.

block design with split plots, comprising 20 treatments in four blocks. The main plots consisted of five irrigation suppression periods (0, 5, 10, 15, and 20 days). The subplots received four strategies: control, inoculation with *Bacillus aryabhattai*, application of antitranspirant, and a combination of both. Irrigation was controlled through drip systems, and meteorological data were monitored. At 71 days after planting, the variables ear mass with husk (MECH) and ear mass without husk (MEWH) were analyzed. Water deficit significantly reduced maize biomass, highlighting the importance of efficient irrigation management to mitigate yield losses under water-scarce conditions. For each additional day of irrigation suppression, there was a reduction of 14.54 g plant<sup>-1</sup> in fresh mass and 3.15 g plant<sup>-1</sup> in dry mass of the plant.

**KEYWORDS:** *Bacillus aryabhattai*, antitranspirant, Deficit irrigation

## INTRODUÇÃO

O milho verde (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande importância econômica e social, amplamente cultivada no semiárido brasileiro, destinada tanto para consumo humano quanto animal. No entanto, por apresentar elevada exigência hídrica durante seu ciclo, é particularmente sensível a períodos de estiagem (YANG et al., 2021).

A escassez de água é uma preocupação global crescente; ameaçando a insegurança alimentar, especialmente em zonas áridas e semiáridas (AHMED et al., 2022). Diante desse cenário, é imprescindível a adoção de práticas agrícolas mais eficientes, capazes de manter a produtividade das culturas mesmo sob limitações hídricas.

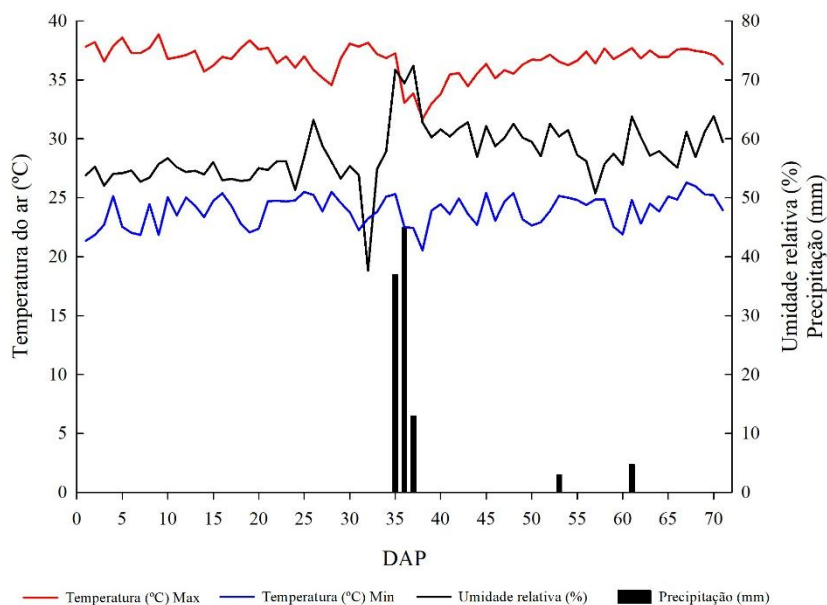
Uma possível estratégia de adaptação é a irrigação deficitária, que consiste na aplicação controlada de água em níveis inferiores às necessidades máximas da planta. Essa técnica permite aos agricultores diminuir a quantidade de água na irrigação com base na disponibilidade de hídrica (AJAZ et al., 2020; OUDA; NORELDIN, 2020).

Neste contexto, a utilização de estratégias mitigadoras como inoculação com microrganismos promotores de crescimento e a aplicação de antitranspirante pode favorecer o desenvolvimento da planta e da produtividade, mesmo sob condições de estresse hídrico.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o impacto de estratégias mitigadoras do estresse hídrico e intervalos de supressões sobre a produção de biomassa do milho verde.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Campus Iguatu, Ceará, Brasil. De acordo com a classificação climática de Köppen o clima da região é classificado como BSh', semiárido quente. Os dados meteorológicos obtidos durante o experimento são mostrados na Figura 1.



**Figura 1.** Dados meteorológicos durante o período experimental

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo 20 tratamentos em quatro blocos. As parcelas consistiram em cinco supressões hídricas (0, 5, 10, 15 e 20 dias). As subparcelas receberam quatro estratégias: testemunha, inoculação com *Bacillus aryabhatai*, aplicação de antitranspirante e combinação de ambos.

A inoculação foi realizada utilizando o produto comercial Auras® (Embrapa e NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola) composto por *Bacillus aryabhatai* CMAA 1363, licenciado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, presente no bioma Caatinga do semiárido brasileiro (KAVAMURA et al., 2017). As sementes foram imersas na solução bacteriana imediatamente antes do plantio, aplicando-se 4 mL kg<sup>-1</sup> de sementes de milho. A rizobactéria pertence à classe dos inoculantes, com concentração de 1 x 10<sup>8</sup> UFC/mL.

O antitranspirante foi aplicado aos 50 dias após o plantio (DAP). A pulverização manual foi realizada de forma uniforme sobre a superfície das folhas, utilizando a preparação comercial Vapor Gard® (96% de pinoleno e 4% de ingredientes inertes). O antitranspirante foi aplicado em toda a planta até o ponto de escoamento, cobrindo ambos os lados das folhas. A dosagem seguiu as recomendações do fabricante.

O sistema de irrigação utilizado no experimento foi o gotejamento superficial com gotejadores integrados com compensação de pressão espaçados de 0,2 m e com vazão de 1,6 L h<sup>-1</sup> a uma pressão de 100 kPa. Um registro foi instalado no início de cada linha lateral para controlar os intervalos supressão.

O manejo da irrigação foi estimado diariamente a partir da evapotranspiração de referência, pelo método de Hargreaves-Samani (Equação 1).

$$ET_o = Ra (T_{med} + 17,8) \sqrt{T_{max} - T_{min}} \quad (Eq.1)$$

Em que,

ET<sub>o</sub>: evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>);

Ra: Radiação extraterrestre (mm dia<sup>-1</sup>);

T<sub>med</sub>: temperatura média diária (°C);

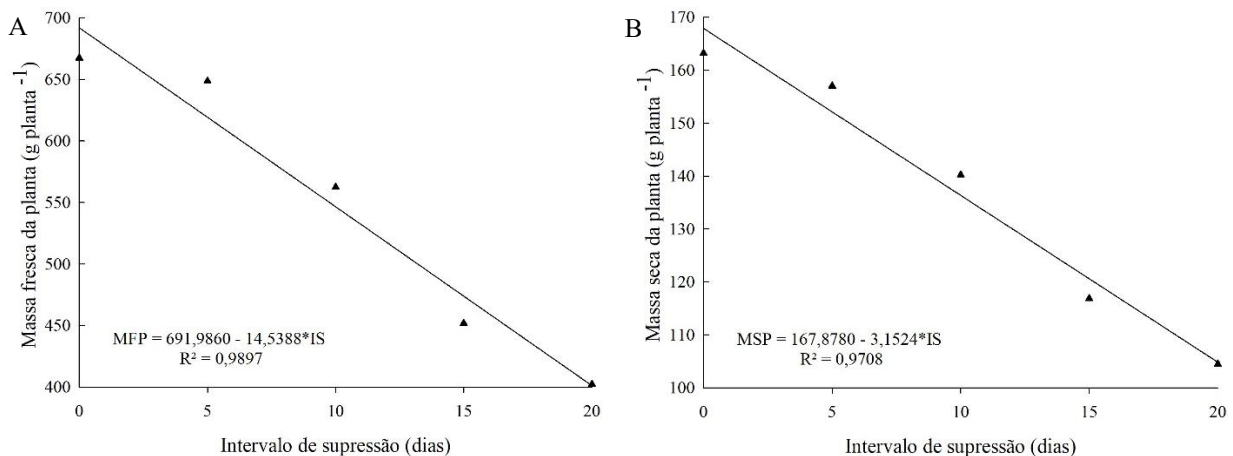
T<sub>max</sub>: temperatura máxima (°C);

T<sub>min</sub>: temperatura mínima (°C).

Aos 71 DAP analisou-se as variáveis massa da espiga com palha e massa da espiga sem palha. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade. Para efeitos significativos: análise de regressão e teste de Tukey. As análises foram realizadas com Microsoft Excel<sup>®</sup>, ASSISTAT<sup>®</sup> (v. 7.6 beta) e Sigma Plot<sup>®</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 é possível observar o comportamento da massa fresca da planta (A) e massa seca da planta (B) em função de intervalos de supressão.



**Figura 2.** Massa fresca da planta (A) e massa seca da planta (B) em função de intervalos de supressão. Iguatu, Ceará, 2024/2025

Observa-se que as duas variáveis decresceram linearmente com o aumento dos intervalos de supressão.

A equação mostra que para cada dia adicional de supressão hídrica, ocorre uma redução média de  $14,54 \text{ g planta}^{-1}$  na massa fresca da planta, demonstrando o efeito direto do estresse hídrico na biomassa do milho. Isso indica que a restrição hídrica restringiu o crescimento da planta e reduziu a biomassa da espiga.

Constatou-se que a massa seca da planta (MSP) foi significativamente influenciada pelo aumento do intervalo de supressão hídrica, variando de  $104,48$  a  $163,21 \text{ g planta}^{-1}$ . O menor valor ( $104,48 \text{ g planta}^{-1}$ ) foi observado após 20 dias consecutivos sem irrigação, enquanto o maior valor ( $163,21 \text{ g planta}^{-1}$ ), superior em aproximadamente 56,22% foi registrado sob condição sem supressão.

Conforme o modelo matemático ajustado (Figura 2A), verifica-se um decréscimo médio de  $3,15 \text{ g planta}^{-1}$  da MSP por incremento unitário no número de dias com supressão da irrigação.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2021), que trabalhando com híbridos de milho em situações de estresse hídrico durante o florescimento, identificaram uma redução de 35% na biomassa seca acumulada, em comparação com as plantas em regime de irrigação normal, o que está relacionado com a redução da condutância estomática e o fechamento parcial dos estômatos para evitar perdas de água pela planta.

O acúmulo de matéria seca está intimamente relacionado ao crescimento e desenvolvimento de floretes no milho, particularmente durante o período crítico de desenvolvimento de espiguetas (GONZALEZ et al., 2019, SHAO et al., 2021).

## CONCLUSÕES

A supressão hídrica reduziu significativamente a biomassa do milho, reforçando a importância do manejo eficiente da irrigação para minimizar perdas em ambientes com escassez hídrica.

Para cada dia adicional de supressão hídrica, houve redução de  $14,54 \text{ g planta}^{-1}$  na massa fresca e  $3,15 \text{ g planta}^{-1}$  na massa seca da planta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, N.; EHSAN, A.; DANISH, S.; ALI, M. A.; FAHAD, S.; DAWAR, K.; TABAN, S.; AKÇA, H.; SHAH, A. A.; ANSARI, M. J.; BABUR, E.; SÜHA USLU, O.; DATTA, R.; GLICK, B. R. Mitigation of lead (Pb) toxicity in rice cultivated with either ground water or wastewater by application of acidified carbon. **Journal of Environmental Management**, v. 307, p. 114521, 2022.

AJAZ, A.; DATTA, S.; STOODLEY, S. High plains aquifer–state of affairs of irrigated agriculture and role of irrigation in the sustainability paradigm. **Sustainability**, v. 12, n. 9, p. 3714, 2020.

GONZALEZ, V. H.; LEE, E. A.; LUKENS, L. N.; SWANTON, C. J. The relationship between floret number and plant dry matter accumulation varies with early season stress in maize (*Zea mays* L.). **Field crops research**, v. 238, p. 129-138, 2019.

KAVAMURA, V. N.; SANTOS, S. N.; TAKETANI, R. G.; VASCONCELLOS, R. L.; MELO, I. S. Draft genome sequence of plant growth-promoting drought-tolerant *Bacillus* sp. strain CMAA 1363 isolated from the Brazilian Caatinga biome. **Genome Announc**, v. 5, n. 5, e01534-16, 2017.

OUDA, S.; ZOHRY, A. E. H.; NORELDIN, T.; OUDA, S.; NORELDIN, T. Deficit irrigation and water conservation. **Deficit Irrigation: A Remedy for Water Scarcity**, p. 15-27, 2020.

SHAO, R.; JIA, S.; TANG, Y.; ZHANG, J.; LI, H.; LI, L.; CHEN, J.; GUO, J.; WANG, H.; YANG, Q.; WANG, Y.; LIU, T.; ZHAO, X. Soil water deficit suppresses development of maize ear by altering metabolism and photosynthesis. **Environmental and Experimental Botany**, v. 192, p. 104651, 2021.

YANG, S. Y.; LIN, W. Y.; HSIAO, Y. M.; CHIOU, T. J. Milestones in understanding transport, sensing, and signaling of the plant nutrient phosphorus. **The Plant Cell**, v. 36, n. 5, p. 1504-1523, 2024.