

PRODUÇÃO DE BIOMASSA NO MILHO VERDE SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ESTRATEGIAS DE ATENUAÇÃO DO ESTRESSE

Gleyciane Rodrigues Lins¹, Everton Kauan Elias Batista², Joel Alves de Oliveira³, Kaio Emanuel Macedo de Lima³, Carlos Newdmar Vieira Fernandes⁴, Alexandre Reuber Almeida da Silva⁴

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes lâminas de irrigação e estratégias de mitigação do estresse hídrico sobre a produção de biomassa do milho verde (*Zea mays* L.) em condições de campo no semiárido cearense. O experimento foi conduzido entre outubro de 2024 e janeiro de 2025. Adotou-se delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas, totalizando 20 tratamentos. As parcelas foram compostas por cinco lâminas de irrigação (50, 75, 100, 125 e 150% da ETo). As subparcelas corresponderam a quatro estratégias de manejo: testemunha, inoculação com *Bacillus aryabhatai*, aplicação de antitranspirante e combinação das duas. Aos 30, 45, 60 e 71 dias após o plantio foram avaliadas a massa fresca da planta (MFP) e massa seca da planta (MSP). Os resultados mostraram que o uso de bioinsumos e antitranspirantes favoreceu o acúmulo de massa fresca e seca das plantas, com destaque para o bioinsumo.

PALAVRAS-CHAVE: Crescimento vegetal, semiárido, bioestimulantes microbianos

BIOMASS PRODUCTION IN GREEN CORN UNDER WATER STRESS MITIGATION AND IRRIGATION DEPTHS

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effects of different irrigation levels and water stress mitigation strategies on the biomass production of green corn (*Zea mays* L.) under field conditions in the semi-arid region of Ceará, Brazil. The experiment was conducted from October 2024 to January 2025. A randomized block design with split plots was adopted, totaling 20 treatments. The main plots consisted of five irrigation levels (50, 75, 100, 125, and 150% of

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

² Graduando em Engenharia Agrícola, IFCE – campus Iguatu, Rodovia Iguatu / Várzea Alegre, km 05, s/n, Vila Cajazeiras, Iguatu, Ceará – Brasil, CEP: 63503-790. Fone: (88) 98182-6991. Email: everton.kauan08@aluno.ifce.edu.br.

³ Graduanda em Engenharia Agrícola, Departamento de Ensino, IFCE – campus Iguatu, Iguatu, Ceará.

⁴ Prof. Doutor, Departamento de Ensino, IFCE – campus Iguatu, Iguatu, Ceará.

reference evapotranspiration – ETo), and the subplots corresponded to four management strategies: control, seed inoculation with *Bacillus aryabhatai*, foliar application of an antitranspirant, and the combination of both. At 30, 45, 60, and 71 days after planting (DAP), fresh plant mass (FPM) and dry plant mass (DPM) were evaluated. The results showed that the use of bioinputs and antitranspirants favored the accumulation of fresh and dry biomass, with the bioinput standing out.

KEYWORDS: Plant growth, semiarid, microbial biostimulants

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família Poaceae, é uma cultura de grande importância agrícola e econômica, originária da América do Norte, com centro de origem genética no México. Amplamente utilizado tanto na alimentação humana quanto animal, especialmente na forma in natura (PIRNAJMEDINET al., 2024).

Diante dos cenários impostos por condições climáticas adversas, como a escassez hídrica, alternativas sustentáveis estão ganhando destaque na agricultura. Nesse contexto, bioinsumos são produtos ou substâncias de origem biológica empregados na agricultura para promover o crescimento das plantas, melhorar a saúde do solo e controlar pragas de forma sustentável (FIGUEIREDO et al., 2016; NUNES et al., 2024).

Entre esses insumos, a espécie *Bacillus aryabhatai* se destaca, sendo comumente encontrada na rizosfera de plantas de mandacaru (*Cereus jamacaru*) no semiárido nordestino. Essa espécie é considerada uma potencial alternativa biológica para o crescimento de culturas de milho e soja (MUN et al., 2024).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de estratégias mitigadoras do estresse hídrico e lâminas de irrigação sobre a produção de biomassa do milho verde cultivado em condições de campo no semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2024 a janeiro de 2025, em condições de campo aberto na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e

Tecnologia do Ceará - Campus – Iguatu, Ceará, Brasil. De acordo com a classificação climática de Köppen o clima da região é classificado como BSh', semiárido quente.

O experimento adotou o delineamento em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo 20 tratamentos em quatro blocos. As parcelas consistiram em cinco lâminas de irrigação baseadas na ETo (50, 75, 100, 125 e 150%). As subparcelas receberam quatro estratégias: testemunha, inoculação com *Bacillus aryabhattai*, aplicação de antitranspirante e combinação de ambos.

O sistema de irrigação utilizado no experimento foi o gotejamento superficial. O manejo da irrigação foi estimado diariamente a partir da evapotranspiração de referência, pelo método de Hargreaves-Samani.

A inoculação foi realizada utilizando o produto comercial Auras® (Embrapa e NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola) composto por *Bacillus aryabhattai* CMAA 1363 (KAVAMURA et al., 2017). As sementes foram imersas na solução bacteriana imediatamente antes do plantio, aplicando-se 4 mL kg⁻¹ de sementes de milho. O antitranspirante foi aplicado aos 50 dias após o plantio (DAP). A pulverização manual foi realizada de forma uniforme sobre a superfície adaxial das folhas, utilizando a preparação comercial Vapor Gard®. A dosagem seguiu as recomendações do fabricante.

Para análise das plantas, foram realizadas quatro coletas aos 30, 45, 60 e 71 (DAP), avaliando-se as variáveis massa fresca da planta (MFP) e massa seca da planta (MSP). 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®, ASSISTAT® (v. 7.6 beta) (SILVA & AZEVEDO, 2016) e Sigma Plot®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, observa-se o comportamento da massa fresca da planta de milho em função das lâminas de irrigação (% ETo) e das épocas de avaliação (DAP), sob diferentes estratégias de mitigação do estresse hídrico.

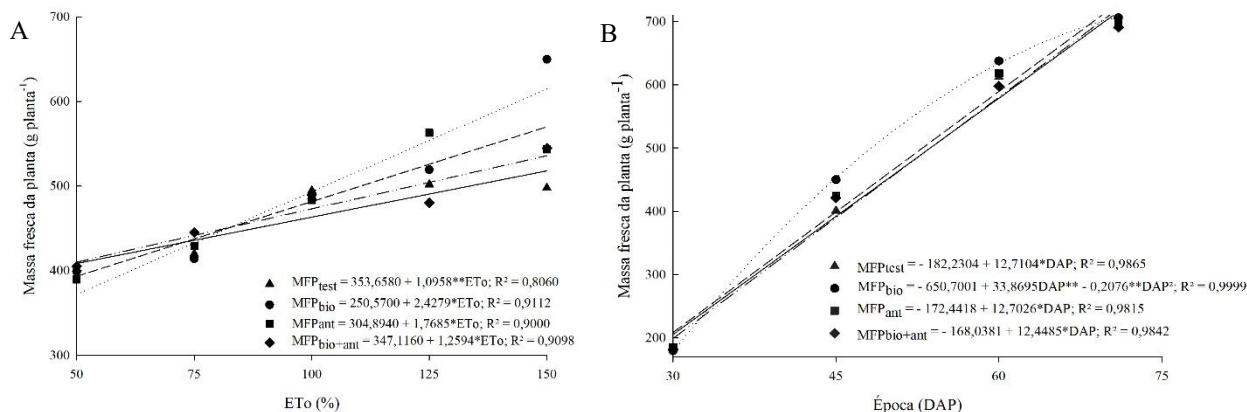


Figura 1. Massa fresca da planta em função das lâminas de irrigação (% ETo) e estratégias de mitigação do estresse hídrico (A); das épocas de avaliação (DAP) sob diferentes estratégias de mitigação do estresse (B). Iguatu, CE, 2024/2025

Para a Figura 1A, a aplicação de bioinsumo isoladamente apresentou o maior acúmulo de massa fresca (614,75 g planta⁻¹), seguida pelo antitranspirante (570,16 g planta⁻¹), ambas para a maior lâmina de irrigação estudada (150% ETo).

Para a Figura 1B, o antitranspirante apresentou o maior valor de massa fresca, atingindo 729,44 g planta⁻¹, seguido pelo tratamento testemunha, com 720,20 g planta⁻¹. A combinação das duas estratégias (bio + ant) resultou em 715,80 g planta⁻¹, enquanto o bioinsumo apresentou valor ligeiramente inferior de 707,52 g planta⁻¹.

Os modelos ajustados, majoritariamente lineares, indicam que as estratégias utilizadas mantiveram o crescimento das plantas de forma contínua e positiva ao longo do tempo, com destaque para o efeito do bioinsumo, mesmo diante de condições de estresse hídrico, reforçando seu potencial como promotor de crescimento vegetal.

No estudo de Nakatani et al. (2024), diferentes espécies de *Bacillus*, como *B. aryabhatai*, foram associadas ao crescimento vegetal no milho, resultaram em aumento da absorção de nitrogênio pelas folhas e grãos, bem como na biomassa e produtividade das plantas em diferentes regiões onde esse grupo de microrganismos foi testado.

O manejo da água é crucial, pois, além de potencializar a absorção de nutrientes e insumos, promove folhas mais densas e mais pesadas em água, além de plantas maiores, com uma forte correlação com a água. Isso resulta em um aumento da massa fresca total, que por sua vez, no final do ciclo, apresentará o mesmo comportamento para a produção de biomassa (CESSA; SOUZA, 2017; FERNANDES et al., 2018).

O modelo de superfície de resposta com relação à variável massa seca da planta em função das lâminas de irrigação e das épocas de avaliação é apresentado na Figura 2. Para cada aumento de 1% na ETo, a massa seca da planta tende a aumentar aproximadamente 0,30 g planta⁻¹.

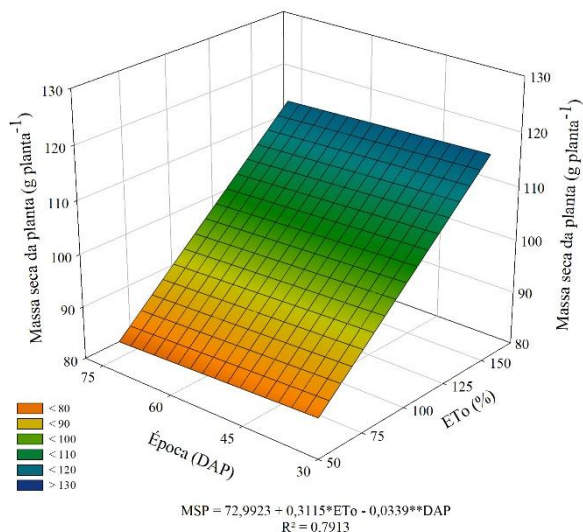


Figura 2. Superfície de resposta para massa seca da planta em resposta às diferentes lâminas de irrigação (% ETo) e às épocas de avaliação (DAS). Iguatu, Ceará, 2024/2025

Na Figura 3, está contida o comportamento da massa fresca da planta de milho em função das lâminas de irrigação sob diferentes estratégias de mitigação do estresse hídrico.

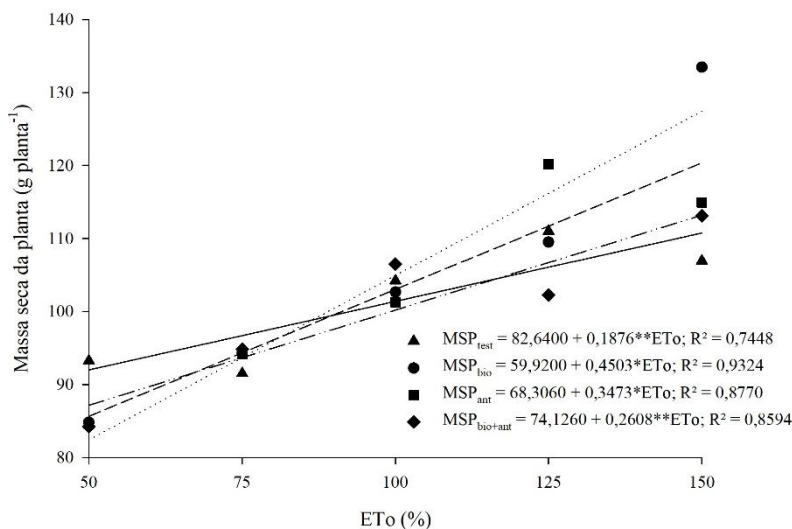


Figura 3. Massa seca da planta em função das lâminas de irrigação (% ETo) e estratégias de mitigação do estresse hídrico. Iguatu, CE, 2024/2025

O uso isolado de bioinsumo houve um acréscimo em massa seca de $0,45 \text{ g planta}^{-1}$, para cada 1% de aumento na ETo. A aplicação de antitranspirante e a combinação bio + antitranspirante também promoveram ganhos consistentes de biomassa, embora em menor intensidade. O tratamento testemunha apresentou o menor incremento ($0,18 \text{ g planta}^{-1}$ para cada 1% de aumento na ETo), demonstrando a eficiência das estratégias de mitigação frente ao estresse hídrico.

Stainer et al. (2024) observaram que plantas de milho inoculadas com *B. aryabhatai* apresentaram maior comprimento e maior acúmulo de matéria seca, tanto nas partes aéreas quanto nas raízes em comparação às plantas controle sem inoculação.

CONCLUSÕES

Verificou-se resposta positiva da biomassa à elevação das lâminas de irrigação, com destaque para os maiores valores na lâmina de 150% da ETo. A aplicação de bioinsumo, isoladamente, apresentou como a melhor a estratégia para o desempenho da biomassa em milho verde sob maior lâmina de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CESSA, R. M. A.; SOUZA, F. R. **Estresse hídrico e o manejo de irrigação na cultura do milho**. Grupo cultivar, 2017.

FERNANDES, C. N. D.; RODRIGUES, A. M. G.; VIANA, T. V. A.; FERNANDES, C. N. V.; SOBREIRA, A. E. A.; AZEVEDO, B. M. Crescimento do milho verde sob lâminas de irrigação e adubação foliar siliciatada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n.4, p. 2789-2798, 2018.

FIGUEIREDO, M. B.; BONIFACIO, A.; CERQUEIRA-RODRÍGUES, A.; ARAUJO, F. Plant growth-promoting rizobacteria: Key mechanisms of action. Microbial Mediated Induced Systemic Resistance in Plants. **Springer Science**, Singapore, p. 23-37, 2016.

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.

MUN, B-G.; HUSSAIN, A.; PARK, Y-G.; KANG, S-M.; LEE, I-J.; & YUN, B-W. The PGPR *Bacillus aryabhatai* promotes soybean growth via nutrient and chlorophyll maintenance and the production of butanoic acid. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, p. 1341993, 2024.

NAKATANI, A. S.; GATO, I. M. B.; SANDINI, I. E. Use of different *Bacillus* spp. plant growth promoters associated with nitrogen fertilization in corn crops. **Revista Observatório da Economia Latinoamericana**, v. 22, n. 3, 2024.

NUNES, P. S. O.; LACERDA-JÚNIOR, G. V.; MASCARIN, G. M.; GUIMARÃES, R. A.; MEDEIROS, F. H. V.; ARTHURS, S.; BETTIOL, WAGNER. Microbial consortia of biological products: Do they have a future? **Biological Control**, v. 188, p. 105439, 2024.

PIRNAJMEDIN, F.; MAJIDI, M. M.; JASKUNE, K. Adaptive strategies to drought stress in grasses of the Poaceae family under climate change: Physiological, genetic and molecular perspectives: A review. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 213, p. 108814, 2024.

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

STEINER, F.; LOPES, L. E.; VILAS-BOAS, J. K.; FERREIRA, I. B.; AGUILERA, J. G.; ZUFFO, A. M. *Bacillus aryabhatai* dose recommendation for corn seed inoculation. **Trends in Agricultural and Environmental Sciences**, p. e240003, 2024.