

## CRESCIMENTO DO MILHO VERDE SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ESTRATÉGIAS DE ATENUAÇÃO DO ESTRESSE

Kaio Emanuel Macedo de Lima<sup>1</sup>, Gleyciane Rodrigues Lins<sup>2</sup>, Everton Kauan Elias Batista<sup>3</sup>, Joel Alves de Oliveira<sup>3</sup>, Ygor Ferreira Barros<sup>3</sup>, Alexandre Reuber Almeida da Silva<sup>4</sup>

**RESUMO:** O milho verde tem grande relevância socioeconômica no semiárido, especialmente na agricultura familiar. Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento do milho verde híbrido AG 1051 sob diferentes lâminas de irrigação e estratégias de mitigação do estresse hídrico. O experimento foi conduzido em campo aberto, no IFCE – Campus Iguatu, de outubro de 2024 a janeiro de 2025, em delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas. As parcelas corresponderam a cinco lâminas de irrigação (50, 75, 100, 125 e 150% da ETo) e as subparcelas a quatro estratégias de manejo: testemunha, inoculação com *Bacillus aryabhattai*, aplicação de antitranspirante e combinação das duas. Foram analisadas altura da planta e diâmetro do colmo. As estratégias de mitigação mostraram efeito limitado, com destaque apenas no diâmetro do colmo, evidenciando a irrigação como o principal fator no crescimento do milho em condições semiáridas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays* L., *Bacillus aryabhattai*, pulverização foliar

## GROWTH OF GREEN CORN UNDER WATER STRESS MITIGATION STRATEGIES AND IRRIGATION DEPTHS

**ABSTRACT:** Green corn has socioeconomic relevance in semi-arid regions, especially in family farming. This study aimed to evaluate the growth of the AG 1051 green corn hybrid under different irrigation levels and water stress mitigation strategies. The experiment was conducted in an open field at IFCE – Iguatu Campus, from October 2024 to January 2025, using a randomized block design with split plots. The main plots consisted of five irrigation levels

<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: kaio.emmanuel10@aluno.ifce.edu.br.

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

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Agrícola, Departamento de Ensino, IFCE – campus Iguatu, Iguatu, Ceará.

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Departamento de Ensino, IFCE – campus Iguatu, Iguatu, Ceará.

(50, 75, 100, 125, and 150% of reference evapotranspiration – ETo), and the subplots included four management strategies: control, inoculation with *Bacillus aryabhattai*, application of an antitranspirant, and the combination of both. Plant height and stem diameter were evaluated. The mitigation strategies showed limited effectiveness, with significant effects only on stem diameter, highlighting irrigation as the main factor influencing corn growth under semi-arid conditions.

**KEYWORDS:** *Zea mays* L., *Bacillus aryabhattai*, leafy spraying

## INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos nas últimas décadas tem sido impulsionada pelo aumento populacional, mudanças climáticas e transformações na estrutura econômica global (HUANG et al., 2024).

A escassez hídrica representa um dos principais desafios para a agricultura em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro, onde a irregularidade das precipitações e as estiagens comprometem a produtividade agrícola, especialmente de culturas essenciais como o milho (TIAN et al., 2023). Estudos demonstram que práticas de manejo podem ser eficazes na melhoria da produtividade do milho em ambientes semiáridos, especialmente quando combinada com sistemas de irrigação por gotejamento (GHEYSARI et al., 2021).

Outra abordagem promissora para os sistemas de produção agrícola é o uso de microrganismos endolíticos e rizosféricos de vida livre, que tem apresentado grande potencial em promover tolerância ao estresse hídrico em culturas alimentares e energéticas. Esses microrganismos vêm sendo utilizados como uma alternativa viável em diferentes sistemas de cultivo na região semiárida tropical, com destaque para as rizobactérias promotoras de crescimento de plantas, especialmente as do gênero *Bacillus* (MAY et al., 2019; SOUSA et al., 2023).

Diante disto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento do milho verde, híbrido AG 1051, com diferentes lâminas de irrigação e estratégias de mitigação do estresse hídrico.

## 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 delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com vinte tratamentos e quatro blocos. As parcelas consistiram em cinco lâminas de irrigação, 50, 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração de referência ETo (mm dia<sup>-1</sup>). As subparcelas compreenderam três estratégias de atenuação do efeito do déficit hídrico na cultura, sendo a inoculação das sementes de milho com *Bacillus aryabhatai*, pulverização foliar com polímero de pinoleneterpeno e uso conjunto da inoculação com a pulverização, mais um tratamento testemunha.

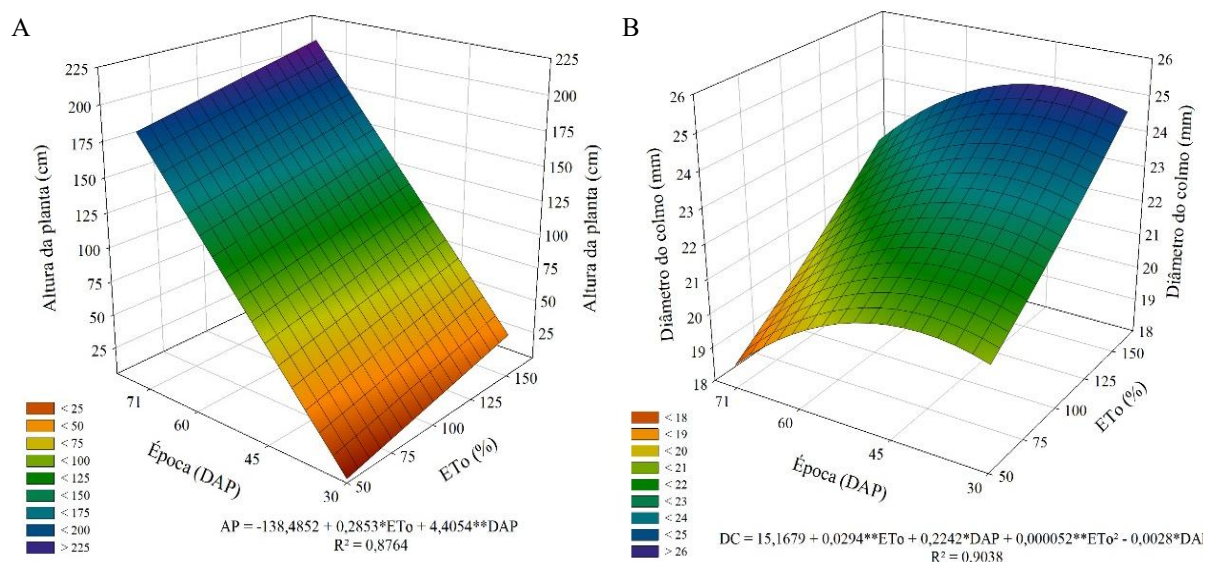
O sistema de irrigação utilizado no experimento foi o gotejamento superficial. O manejo da irrigação foi estimado diariamente a partir da evapotranspiração de referência (ETo), pelo método de Hargreaves-Samani. Os níveis de irrigação aplicados durante o experimento foram respectivamente de 262,1 mm (50% da ETo), 358,9 mm (75% da ETo), 457,0 mm (100% da ETo), 551,1 mm (125% da ETo) e 653,2 mm (150% da ETo).

A inoculação foi realizada utilizando o produto comercial Auras<sup>®</sup> (Embrapa e NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola) composto por *Bacillus aryabhatai* CMAA 1363 (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. 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<sup>®</sup>. A dosagem seguiu as recomendações do fabricante.

Para análise de crescimento das plantas, foram realizadas quatro coletas de plantas para avaliação, aos 30, 45, 60 e 71 DAP. As variáveis analisadas incluíram altura da planta (AP - cm), medida com fita métrica do solo até o ápice da planta, diâmetro do colmo (DC - mm), medido a dois centímetros do solo com auxílio de paquímetro digital. 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

O modelo de superfície de resposta com relação à variável altura da planta e diâmetro do colmo em função das lâminas de irrigação e das épocas de avaliação é apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Superfície de resposta para a altura da planta (A) e diâmetro do colmo (B) de plantas de milho, em resposta às diferentes lâminas de irrigação (% ETo) e às épocas de avaliação (DAS). Iguatu, Ceará, 2024/2025

De acordo com o modelo, estimou-se um incremento médio de aproximadamente 4,41 cm por dia após o plantio, além de um aumento de 0,29 cm na altura da planta para cada 1% adicional de ETo. Esse comportamento confirma o efeito positivo da reposição hídrica e do avanço do tempo no crescimento das plantas, evidenciando a importância do manejo adequado da irrigação para o desenvolvimento do milho em condições controladas.

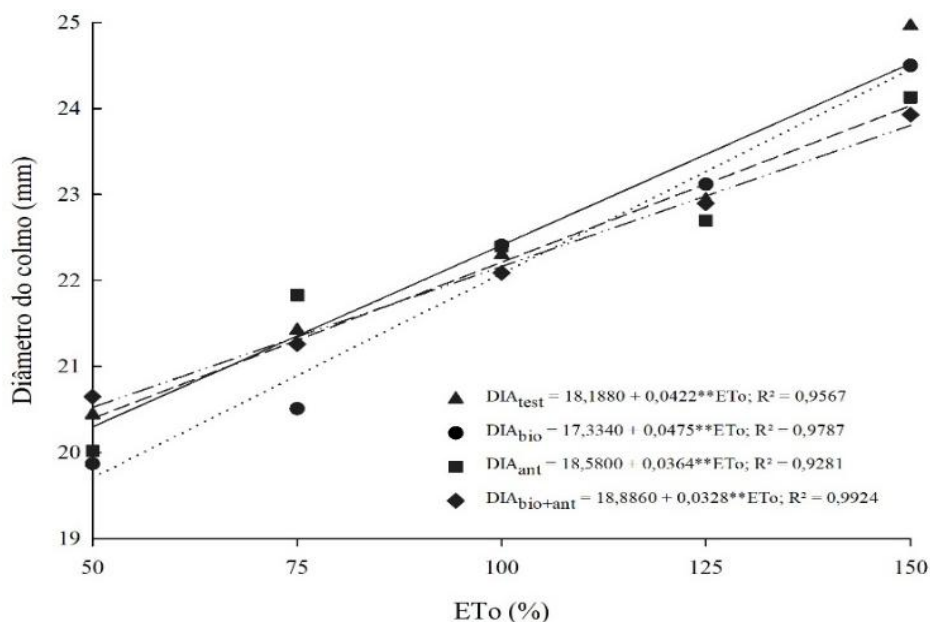
Neste trabalho, o déficit hídrico associado proporcionou redução do crescimento das plantas. Em trabalho realizado por Melo et al. (2018), que avaliaram o desempenho da cultura do milho com e sem estresse hídrico, os maiores valores em altura de plantas foi encontrado nos tratamentos com excedente hídrico.

Na Figura 1B está representada a superfície de resposta e o modelo matemático para o diâmetro do colmo em função das lâminas de irrigação e da época de avaliação. Observa-se que esta variável apresentou comportamento polinomial quadrático em relação aos fatores avaliados.

A partir da análise de regressão e do modelo proposto, estimou-se que o valor máximo para o diâmetro do colmo, de aproximadamente 25,24 mm, foi obtido com a aplicação da maior lâmina de irrigação, correspondente a 150% da ETo, aos 40 dias após o plantio. Após esse período, observou-se uma tendência de redução no diâmetro do colmo.

As condições hídricas ideais contribuem para a pressão de turgor, permitindo às células vegetais desenvolverem pressões hidrostáticas internas nas paredes celulares que são essenciais para a expansão celular, por outro lado, o déficit hídrico inibe principalmente a expansão foliar e o crescimento do caule devido à redução na pressão (TAIZ et al., 2017).

A Figura 2 apresenta a variação do diâmetro do colmo em função das lâminas de irrigação e das diferentes estratégias para mitigar o estresse hídrico.



**Figura 2.** Diâmetro do colmo (mm) de plantas de milho, em resposta às diferentes estratégias de atenuação do estresse hídrico. Iguatu, Ceará, 2024/2025

Os dados foram melhor representados por um modelo linear crescente, sendo observados os maiores valores de diâmetro na lâmina de irrigação correspondente a 150% da ETo, para os seguintes tratamentos: testemunha (18,25 mm), bioinsumo (17,40 mm), antitranspirante (15,63 mm) e a combinação de bioinsumo com antitranspirante (18,93 mm).

Resultados diferentes foram encontrados por Oliveira et al. 2020, ao utilizarem lâminas de 50%, 75%, 100% e 125% da ETc, onde maior diâmetro do colmo de milho verde (11,72 mm) foi obtido utilizando a maior lâmina.

## CONCLUSÕES

O manejo adequado da irrigação é fundamental para o crescimento do milho verde em condições semiáridas, influenciando diretamente características morfológicas como altura e diâmetro do colmo. Estratégias de mitigação do estresse hídrico mostraram-se pouco eficazes

isoladamente, com exceção do diâmetro do colmo, reforçando a irrigação como fator determinante para o desenvolvimento da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GHEYSARI, M.; PIRNAJMEDIN, F.; MOVAHEDRAD, H.; MAJIDI, M. M.; ZAREIAN, M. J. Crop yield and irrigation water productivity of silage maize under two water stress strategies in semi-arid environment: Two different pot and field experiments, **Agricultural Water Management**, v. 255, 106999, 2021.

HUANG, W. THE DUAL ROLE OF AGRICULTURAL PRODUCTS AS FOOD AND FUEL: ENERGY CONVERSION AND UTILIZATION. *Journal of Energy Bioscience*, v. 15, 2024.

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.

MAY, A.; SANTOS, M. S.; SILVA, E. H. F. M.; VIANA, R. S.; VIEIRA JUNIOR, N. A.; RAMOS, N. P.; MELO, I. S. Effect of *Bacillus aryabhatai* on the initial establishment of pre-sprouted seedlings of sugarcane varieties. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, e11510212337, 2021.

MELO, A. V.; SANTOS, V. M.; VARANDA, M. A. F.; CARDOSO, D. P.; DIAS, M. A. R. Desempenho agrônômico de genótipos de milho submetidos ao déficit hídrico no sul do Estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.17, n.2, p.177-189, 2018.

OLIVEIRA, E. J.; MELO, H. C. DE; TRINDADE, K. L.; GUEDES, T. DE M.; SOUSA, C. M. Morfofisiologia e produção de milho-verde cultivado sob diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio nas condições do cerrado goiano, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, e6179108857, 2020.

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.

SOUSA, H. C.; SOUSA, G. G.; LESSA, C. I. N.; LIMA, A. F. S.; RIBEIRO, R. M. R.; RODRIGUES, F. H. C. Growth and gas exchange of corn under salt stress and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 3, p. 174-181, 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p

TIAN, X.; DONG, J.; JIN, S.; HE, H.; YIN, H.; CHEN, X. Climate change impacts on regional agricultural irrigation water use in semi-arid environments, **Agricultural Water Management**, v. 281, 108239, 2023.