

ESTRATÉGIAS DE ATENUAÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO NA PRODUTIVIDADE DO MILHO VERDE

Gleyciane Rodrigues Lins¹, André Araújo do Nascimento², Carla Emanuela de Souza³, Benito Moreira de Azevedo⁴, Alexandre Reuber Almeida da Silva⁵, Carlos Newdmar Vieira Fernandes⁵

RESUMO: A escassez de água é um dos principais fatores limitantes da produtividade agrícola, especialmente em regiões semiáridas. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes durações de supressão da irrigação e o uso de estratégias de mitigação inoculação com *Bacillus aryabhattai*, aplicação foliar de antitranspirante e sua combinação, sobre a produtividade 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, utilizando o delineamento em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com vinte tratamentos e quatro repetições. A irrigação foi por gotejamento superficial com base na evapotranspiração de referência (ET_o). Aos 71 dias após o plantio, foram avaliadas a massa da espiga com e sem palha, além da produtividade. Os resultados indicaram que o aumento do período de supressão da irrigação reduziu significativamente a massa das espigas e a produtividade, com uma queda linear de 988,75 kg ha⁻¹ por dia de déficit hídrico. No entanto, as estratégias de mitigação não apresentaram efeitos significativos nas condições testadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L., agricultura, semiárido

STRATEGIES FOR MITIGATING WATER STRESS IN GREEN MAIZE PRODUCTIVITY

ABSTRACT: Water scarcity is one of the main limiting factors for agricultural productivity, especially in semi-arid regions. This study aimed to evaluate the effects of different durations of irrigation suppression and the use of mitigation strategies, *Bacillus aryabhattai* inoculation,

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC, 60130-240, Fortaleza – CE. Fone (88) 99696-7865, e-mail: gleycianelins15@alu.ufc.br

² Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual Paulista, UNESP - Botucatu

³ Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE

⁴ Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, Ceará.

⁵ Prof. Doutor, Departamento de Ensino, IFCE – campus, Iguatu, Ceará.

foliar application of antitranspirant, and their combination, on the productivity of green maize (*Zea mays* L.) under field conditions in the semi-arid region of Ceará, Brazil. The experiment was conducted between October 2024 and January 2025, using a randomized block design in split plots, with twenty treatments and four replications. Irrigation was applied via surface drip system based on reference evapotranspiration (ET_o). At 71 days after planting, green ear traits were evaluated, including ear mass with and without husk, and overall productivity. Results showed that increasing the irrigation suppression period significantly reduced ear mass and productivity, with a linear decrease of 988.75 kg ha⁻¹ per day of water deficit. However, the mitigation strategies did not show significant effects under the tested conditions.

KEYWORDS: *Zea mays* L., agriculture, semi-arid

INTRODUÇÃO

A irrigação é essencial para garantir a produtividade das culturas, especialmente durante períodos de seca (AJAZ et al., 2019). No entanto, diante da limitação dos recursos hídricos, torna-se necessário adotar estratégias que otimizem o uso da água sem comprometer o rendimento das culturas.

Estudo recentes indicam que a irrigação deficitária é uma ótima abordagem para racionalizar a água de irrigação e aumentar a produtividade da água (ALGHAWRY et al., 2021). Podendo também, aumentar a absorção de nutrientes pelas plantas, melhorar as características fisiológicas, aumentar a produtividade das plantas e retorno financeiro líquido (HAMMAD et al., 2020; HIMANSHU et al., 2021).

No entanto, muitas pesquisas destacaram os impactos negativos das condições de estresse hídrico, como diminuição dos processos metabólicos nas plantas, minimizando consideravelmente a produtividade das culturas (MUBEEN et al., 2020, NAZIM et al., 2021).

Nesse contexto, o uso estratégias da mitigação do déficit hídrico visa maximizar os benefícios das interações biológicas, mitigar os danos ambientais e ser incorporada em todo o processo de produção (NUNES et al., 2024).

O presente estudo teve como objetivo, avaliar os efeitos de diferentes durações de supressões hídricas e estratégias de mitigação do déficit na produtividade do milho verde, em condições de campo no semiárido cearense.

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 supressões de irrigação (0, 5, 10, 15 e 20 dias). 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 (ET_o), pelo método de Hargreaves-Samani.

A inoculação foi realizada utilizando o produto comercial Auras[®] (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⁻¹ de sementes de milho. O antitranspirante foi aplicado aos 50 dias após o plantio (DAP) e posteriormente o início das supressões de irrigação. A pulverização manual foi realizada de forma uniforme sobre a superfície das folhas, utilizando a preparação comercial Vapor Gard[®]. A dosagem seguiu as recomendações do fabricante.

Aos 71 DAP analisou-se as variáveis: massa da espiga com palha (MECP), massa da espiga sem palha (MESP) e produtividade (PROD). 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) e Sigma Plot[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, está exposto o comportamento da massa da espiga com palha (A) e massa da espiga sem palha (B) em função de intervalos de supressão.

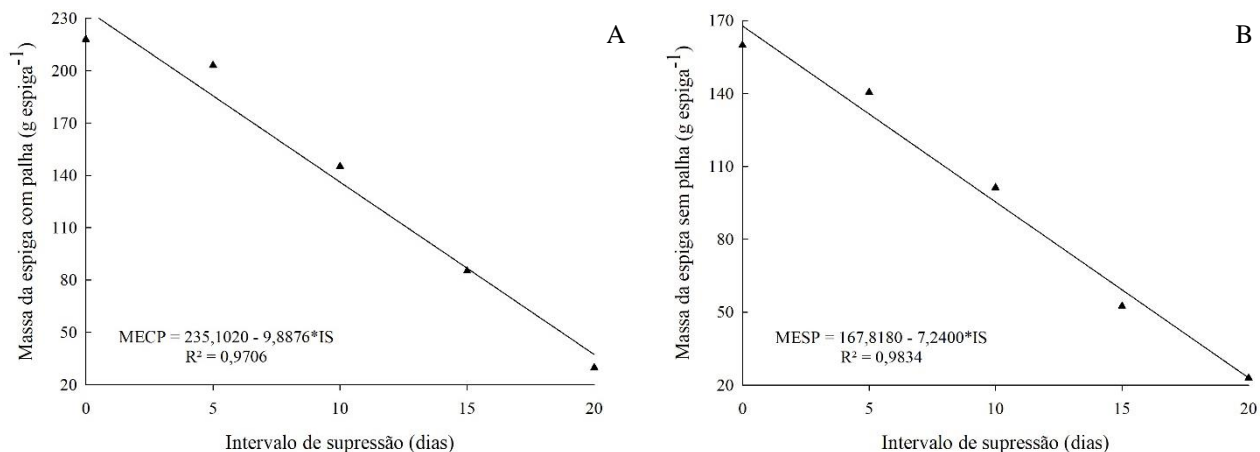


Figura 1. Massa da espiga com palha (A) e massa da espiga sem palha (B) em função de intervalos de supressão. Iguatu, Ceará, 2024/2025

A Figura 1A apresenta comportamento linear decrescente com o aumento do intervalo de supressão da irrigação. O aumento no número de dias sem irrigação reduziu significativamente a MECP com valores variando de 217,95 g espiga⁻¹, no menor intervalo de supressão, para 29,73 g espiga⁻¹ no maior intervalo avaliado.

O comportamento da MESP foi semelhante ao observado para a MECP. Quanto ao intervalo de supressão, o tratamento sem intervalo de supressão foi superior aos demais tratamentos. O coeficiente angular da equação revela uma redução de 7,24 g espiga⁻¹ a cada dia de supressão hídrica, evidenciando o impacto direto do estresse hídrico sobre o acúmulo de biomassa na espiga (Figura 1B).

Avaliando o desempenho de milho sob estresse hídrico, Valadares et al. (2022), evidenciaram redução na massa de espiga sob déficit hídrico.

Na Figura 2, está exposto o comportamento da PROD em função de intervalos de supressão. Observa-se que a PROD diminui linearmente com o aumento intervalos de supressão.

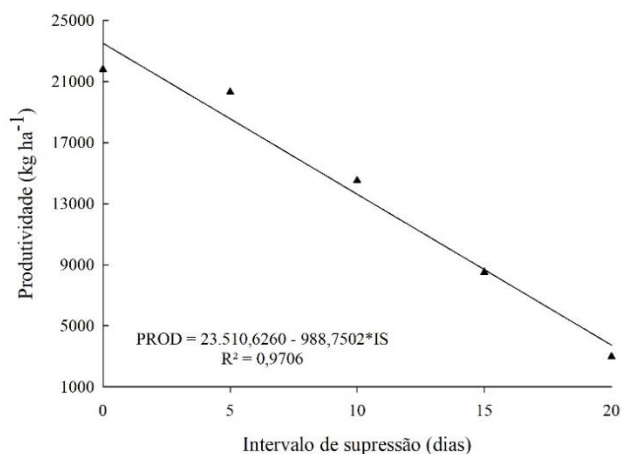


Figura 2. Produtividade em função de intervalos de supressão. Iguatu, Ceará, 2024/2025

A maior produtividade foi registrada na ausência de estresse hídrico, com valor de 21.795,31 kg ha⁻¹, enquanto a menor produtividade, na maior supressão hídrica, foi de 2.973,43 kg ha⁻¹.

A cada dia adicional de supressão hídrica, há uma redução média linear de 988,75 kg ha⁻¹ na produtividade do milho verde. Esse decréscimo expressivo evidencia o impacto direto e negativo da limitação de hídrica no desempenho da cultura.

A perda média foi de 988,75 kg ha⁻¹ por dia de supressão, demonstrando que o estresse hídrico afeta diretamente a produção de grãos. Esse resultado reforça a importância da irrigação contínua no desenvolvimento da cultura, garantindo altos rendimentos e estabilidade produtiva.

O déficit hídrico, causado pela baixa disponibilidade de água, pode levar a perdas consideráveis, especialmente pela redução da produtividade de grãos e biomassa (GUIMARÃES; ROCHA; PATERNIANI, 2019).

CONCLUSÕES

A produtividade do milho verde no semiárido cearense foi significativamente reduzida com o aumento dos dias de supressão hídrica. A cada dia de estresse hídrico, houve perda linear média de 988,75 kg ha⁻¹. No entanto, o uso de estratégias mitigadoras não apresentaram efeito significativo.

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.; KARIMI, P.; CAI, X.; DE FRAITURE, C.; AKHTER, M. S. Statistical data collection methodologies of irrigated areas and their limitations: a review. **Irrigation and Drainage**, v. 68, n. 4, p. 702-713, 2019.

ALGHAWRY, A.; YAZAR, A.; UNLU, M.; ÇOLAK, Y. B.; IQBAL, M. A.; BARUTCULAR, C.; EL-BALLAT, E. M.; BATIHA, G. S.; RAUF, A.; EL-DEMERDASH, F. M.; ELSHAFAEE, M.; SOROUR, S.; ERMAN, M.; EL-ESAWI, M.A.; SABAGH, A. EL.; BUENO JUNIOR, C. R. Irrigation rationalization boosts wheat (*Triticum aestivum* L.) yield and reduces rust incidence under arid conditions. **BioMed Research International**, v. 2021, n. 1, p. 5535399, 2021.

GUIMARÃES, P.S.; ROCHA, D.S.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z. Conteúdo de carboidrato foliar em híbridos de milho submetidos à restrição hídrica. **Evidência**, v. 19, n. 2, p. 93-112, 2019.

HAMMAD, H. M.; ABBAS, F.; AHMAD, A.; BAKHAT, H. F.; FARHAD, W.; WILKERSON, C. J.; FAHAD, S.; HOOGENBOOM, G. Predicting kernel growth of maize under controlled water and nitrogen applications. **International Journal of Plant Production**, v. 14, p. 609-620, 2020.

HIMANSHU, S. K.; FAN, Y.; ALE, S.; BORDOVSKY, J. Simulated efficient growth-stage-based deficit irrigation strategies for maximizing cotton yield, crop water productivity and net returns. **Agricultural Water Management**, v. 250, p. 106840, 2021.

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.

MUBEEN, M.; AHMAD, A.; HAMMAD, H.M.; AWAIS, M.; FARID, H.U.; SALEEM, M.; DIN, M.S. U.; AMIN, A.; ALI, A.; FAHAD, S.; NASIM, W. Evaluating the climate change impact on water use efficiency of cotton-wheat in semi-arid conditions using DSSAT model. **J. Water Clim. Change**, v. 11, n. 4, p. 1661–1675, 2020.

NAZIM, M.; ALI, M.; SHAHZAD, K.; AHMAD, F.; NAWAZ, F.; AMIN, M.; ANJUM, S.; NASIF, O.; ALI ALHARBI, S.; FAHAD, S.; DANISH, S.; DATTA, R. Kaolin and Jasmonic acid improved cotton productivity under water stress conditions. **Saudi J. Biol. Sci**, v. 28, p. 6606–6614, 2021.

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

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.