

## EFEITO DO DÉFICIT HÍDRICO CONTROLADO E DE BIOINSUMOS NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE PLANTAS DE MILHO

**KLEYTON CHAGAS DE SOUSA<sup>1</sup>, RAFAELA DA SILVA ARRUDA<sup>2</sup>,  
ALEXSANDRO OLIVEIRA DA SILVA<sup>3</sup>, FRANCISCO FABIO LIMA GOMES<sup>4</sup>,  
FERNANDO FERRARI PUTTI<sup>5</sup>, DANILO BATISTA NOGUEIRA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Depto. de Engenharia Agrícola, DENA/UFC, Fortaleza – CE, [kleyton@ufc.br](mailto:kleyton@ufc.br)

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Depto. de Engenharia Agrícola, DENA/UFC, Fortaleza - CE.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, DENA/UFC, Fortaleza – CE.

<sup>4</sup> Graduado em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Depto. de Engenharia Agrícola, DENA/UFC, Fortaleza - CE.

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Assist. Doutor, Faculdade de Ciências e Engenharia, Registro/Unesp, Registro - SP.

<sup>6</sup> Eng. Agrônomo, Depto. de Engenharia Agrícola, DENA/UFC, Fortaleza - CE

Apresentado no  
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024  
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

**RESUMO:** Os impactos do déficit hídrico no crescimento e produção de culturas podem ser atenuados com o uso de bioinsumos. Um exemplo são as bactérias que promovem o crescimento das plantas. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar o potencial de uso de bioinsumos com estratégias de irrigação com déficit controlado no crescimento e produção de milho irrigado na região semiárida. O delineamento foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas. O fator primário foram as estratégias de irrigação: I - Irrigação plena (IP); II - irrigação com déficit controlado com fornecimento de 50% (IDR50%) da ETc; III - irrigação com déficit controlado na fase de crescimento; IV - irrigação com déficit controlado na fase de florescimento e formação dos grãos (IDRF50%) e V - Irrigação com déficit controlado na fase de enchimento de grão (IDE50%). O fator secundário foram o uso de mitigadores: *Bacillus aryabhattai*, *B. aryabhattai* + *Azospirillum brasilense*, controle negativo (sem inoculação), controle positivo (ureia). As estratégias de irrigação influenciaram significativamente a altura de planta, com maiores valores observados para o tratamento IP e IDE50%. O uso de bioinsumos demonstram potencial importante para mitigar os efeitos do déficit hídrico na cultura de milho irrigado em condições de escassez hídrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Bacillus aryabhattai*, *Azospirillum brasilense*, biometria vegetal.

### EFFECT OF CONTROLLED WATER DEFICIT AND BIOINPUTS ON THE GROWTH AND PRODUCTION OF MAYZE PLANTS

**ABSTRACT:** The impacts of water deficit on crop growth and production can be mitigated with the use of bio-inputs. One example is bacteria that promote plant growth. Given this, the objective of this work was to analyze the potential use of bioinputs with irrigation strategies with controlled deficit in the growth and production of irrigated mayze in the semi-arid region. The design was in randomized blocks with subdivided plots, in which the primary factor was the irrigation strategies: I - Full irrigation (IP); II - irrigation with controlled deficit with supply of 50% (IDR50%) of ETc; III - irrigation with controlled deficit in the growth phase; IV - irrigation with controlled deficit in the flowering and grain formation phase (IDRF50%) and V - Irrigation with controlled deficit in the grain filling phase (IDE50%). The secondary factor was the use of mitigants: *Bacillus aryabhattai*, *Bacillus aryabhattai* + *Azospirillum brasilense*, negative control (without inoculation), positive control (urea). Irrigation strategies significantly

influenced plant height, with higher values observed for the IP treatment and IDE50%. The use of bioinputs demonstrates important potential to mitigate the effects of water deficit in irrigated corn crops under water scarcity conditions.

**KEYWORDS:** *Bacillus aryabhattai*, *Azospirillum brasilense*, plant biometrics

**INTRODUÇÃO:** A necessidade de expansão de novas áreas agrícolas devido ao aumento populacional esbarra na escassez hídrica, pois a agricultura é responsável atualmente pelo consumo de 70% dos recursos hídricos utilizados pelo homem (FAO, 2017). Diante disto, novas estratégias para aumentar a produtividade com redução dos recursos hídricos são de extrema importância. A redução da água por meio de déficit hídrico controlado para culturas agrícolas vem destacando como uma técnica promissora para aumentar a eficiência do uso da água, contudo, conciliar tais estratégias com outros fatores considerados mitigadores do déficit hídrico, como o uso de bioinsumos (*Bacillus aryabhattai*, *Azospirillum brasilense*) torna-se um desafio, principalmente em regiões de baixa acessibilidade a tecnologias. As bactérias promotoras do crescimento podem exercer efeitos benéficos sobre as plantas, podendo promover aumentos na taxa de germinação, do crescimento e desenvolvimento vegetativo de órgãos das plantas, e no rendimento das culturas (AMORIM & MELO, 2002). Um ponto importante a ser levado em consideração é a possibilidade das bactérias promotoras do crescimento de plantas de realizarem a fixação biológica de N, principalmente naquelas plantas que não realizam simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Esse processo poderá ser realizado nas plantas com o auxílio de bactérias diazotróficas, como as do gênero *Azospirillum*, mostrando no cenário agropecuário resultados promissores. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi analisar o potencial de uso de bioinsumos com estratégias de irrigação com déficit controlado no crescimento e produção de milho (*Zea mays* L.) irrigado na região semiárida.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em campo experimental na Fazenda Experimental Vale do Curu – FEVC – vinculada ao Centro de Ciências Agrárias – CCA – da Universidade Federal do Ceará – UFC, na qual está localizada no município de Pentecoste (Ceará, Brasil), com coordenadas geográficas 03° 49' 08" S e 39° 20' 02" W. O solo foi classificado com textura franco-arenosa (21,4% de argila, 12,8% de silte e 65,8% de areia), possui baixo teor de matéria orgânica (1,2%), adequados valores de fósforo (64 mg kg<sup>-1</sup>) e potássio (234,6 mg kg<sup>-1</sup>) e elevados valores de saturação por base (88%) e capacidade de troca catiônica (10,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) na profundidade entre 0-0,40 m. A água utilizada para a irrigação apresenta as seguintes características: pH: 6,80; CE: 0,75 dS m<sup>-1</sup>; RAS: 1,60; Ca<sup>2+</sup>: 2,0 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 2,60 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Na<sup>+</sup>: 3,4 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup>: 0,2 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Cl<sup>-</sup>: 7,8 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>. Foi plantada o milho híbrido BRS2022, em semeadura direta, com espaçamento entrelinhas de 0,80m. Na semeadura foi realizada a adubação de fundação e posteriormente realizou-se a adubação de cobertura, conforme os estádios fenológicos do milho. O sistema de irrigação foi o do tipo gotejamento, com vazão de 2 L h<sup>-1</sup> e um emissor por planta. O manejo da irrigação foi realizado pela evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), obtido pelo produto da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) obtida mediante tanque classe A (ALLEN et al. 1998), e coeficiente de cultivo (SOUZA et al., 2015). O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados e em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo cinco manejos de irrigação (parcelas) e quatro manejos de aplicação de bioinsumos (subparcela). Para os manejos de irrigação foram adotados os seguintes tratamentos: I - Irrigação plena (IP), que consiste na aplicação de 100% das necessidades hídricas da cultura durante todo seu ciclo; II - irrigação com déficit contínuo com o fornecimento de 50% (IDR50%) das necessidades hídricas da cultura durante todo seu ciclo; III - irrigação com déficit controlado com o fornecimento de 50% das necessidades hídricas da cultura durante as fases de crescimento vegetativo (IDC50%);

IV - irrigação com déficit com fornecimento de 50% das necessidades hídricas na fase de florescimento e na formação dos grãos (IDRF50%) e; V - Irrigação com déficit na fase de enchimento de grão com fornecimento de apenas 50% das necessidades hídricas nesta fase (IDE50%). Para os manejos de aplicação de bioinsumos, foram utilizados os seguintes tratamentos: (I) inoculação com *Bacillus aryabhatai*; (II) inoculação com *Bacillus aryabhatai* + *Azospirillum brasilense*, (III) controle positivo (via aplicação de ureia - 45% de N - na dose recomendada a partir da análise do solo e para região) e (IV) controle negativo, em que não foi utilizado nitrogênio mineral e inoculação. A parcela experimental e as subparcelas possuíam respectivamente, uma área de 28,16 e 7,04 m<sup>2</sup>. Os parâmetros de crescimento de planta determinados foram: altura de planta (m), diâmetro do colmo (cm), altura de inserção da espiga (m) e produção de espigas (g planta<sup>-1</sup>). Os dados obtidos foram submetidos à análise de normalidade dos resíduos pelo teste Shapiro-Wilk em seguida foi realizada a análise de variância pelo teste F, ocorrendo efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ), estas foram comparadas pelas médias obtidas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), através do software R versão 4.1.2 (R CORE TEAM, 2022). Os gráficos foram produzidos no programa SigmaPlot (versão 14.0).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As estratégias de irrigação influenciaram significativamente a altura de planta ( $p < 0,05$ ) (FIGURA 1A), com maiores valores observados para o tratamento IP (2,29 m) e IDE50% (2,12 m). Por outro lado, o diâmetro do colmo não foi afetado pelos tratamentos (FIGURA 1B). A altura de inserção da espiga foi influenciada pela interação dos fatores Estratégias de Irrigação e Bioinsumo (FIGURA 1C).

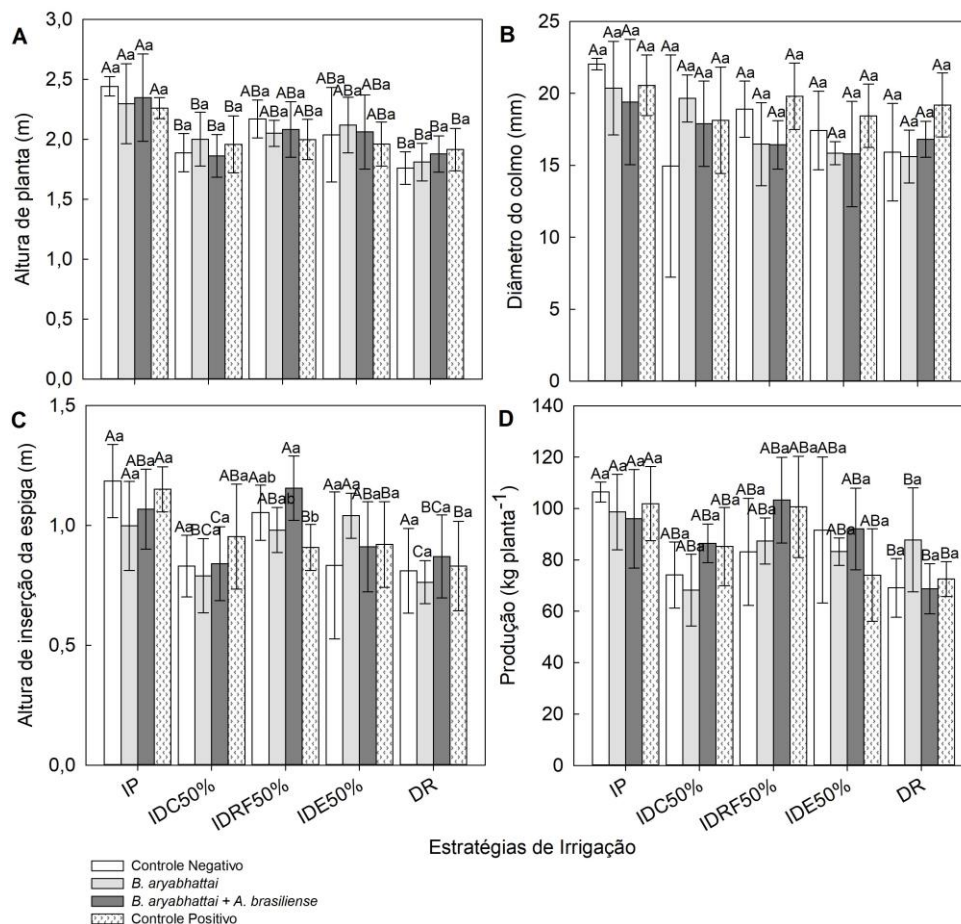


FIGURA 1. Médias dos tratamentos das variáveis altura de planta (A), diâmetro do colmo (B), altura da inserção da espiga (C) e produção (D) de plantas de milho submetidos a diferentes estratégias de irrigação e bioinsumos. Diferentes letras maiúsculas

indicam diferenças significativas entre as estratégias de irrigação dentro dos bioinsumos pelo Teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas entre os bioinsumos dentro das estratégias de irrigação pelo Teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Para a variável altura de inserção da espiga, os tratamentos foram influenciados pela interação dos fatores estudados, no qual os tratamentos IDR50% com *Bacillus aryabhattai* + *Azospirillum brasilense* e IDE50% com *Bacillus aryabhattai*, demonstraram valores superiores aos demais tratamentos estudados. Para a variável produção de espigas, observou-se efeito significativo para a interação entre os fatores, no qual o tratamento IDR50% com *Bacillus aryabhattai* + *Azospirillum brasilense*, apresentou os maiores valores ( $103,21 \text{ g planta}^{-1}$ ) dentre os observados (FIGURA 1D).

A cultura do milho é considerada exigente em relação as suas necessidades hídricas, apresentando alta variabilidade no rendimento quando submetida a deficiência hídrica, na qual é acentuada quando ocorre em períodos críticos de desenvolvimento, ocasionando dessa forma maiores perdas produtivas (CRUZ et al., 2010). De acordo com Guimarães et al. (2019) para a cultura do milho o estresse hídrico provoca a redução da produtividade, da altura das plantas e do diâmetro dos colmos, e acentuada redução fotossintética provocada pelos danos no aparato fotossintético

**CONCLUSÕES:** O uso de bioinsumos demonstram potencial importante para mitigar os efeitos do déficit hídrico na cultura de milho irrigado em condições de escassez hídrica.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento (Processo N° 406288/2022-4).

#### **REFERÊNCIAS:**

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO – Irrigation and Drainage Paper,56).
- AMORIM, E.P.R., MELO, I. S. Ação antagônica de rizobactérias contra *Phytophthora parasitica* e *P. citrophthora* e seu efeito no desenvolvimento de plântulas de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.565-568. 2002
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. T. M.; OLIVEIRA, M. F.; MATRANGOLO, W. J R.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. **Cultivo do milho.** Ed. 6. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Agricultura irrigada sustentável no Brasil:** Identificação de áreas prioritárias. Brasília: FAO, 2017. 243p.
- GUIMARÃES, S.L.; BALDANI, V.L.D.; JACOB-NETO, J. Viabilidade do inoculante turfoso produzido com bactérias associativas e molibdênio. **Revista Ciência Agrônômica**, v.44, n.01, p.10- 15. 2013
- SOUZA, L. S. B.; MOURA, M. S. B.; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura do milho e feijão-caupi em sistemas exclusivo e consorciado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 151 – 160. 2015.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2022. Disponível em: <<http://www.Rproject.org/>> Acesso em 15 de junho de 2023.