

BIOINSUMOS COMO MITIGADOR DO DÉFICIT HÍDRICO EM MILHO: SPAD E PRODUTIVIDADE

ALEXSANDRO OLIVEIRA DA SILVA¹, RAFAELA DA SILVA ARRUDA²,
KLEYTON CHAGAS DE SOUSA³, JOÃO DAVI TABOSA CRUZ⁴, FERNANDO
FERRARI PUTTI⁵, DANILO BATISTA NOGUEIRA⁶

¹ Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, DENA/UFC, Fortaleza - CE, alexsandro@ufc.br

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

³ Eng. Agrônomo, Depto. de Engenharia Agrícola, DENA/UFC, Fortaleza - CE.

⁴ Graduando em Agronomia, Depto. de Engenharia Agrícola, DENA/UFC, Fortaleza - CE.

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

⁶ 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: Em regiões áridas e semiáridas a prática de irrigação é indispensável para a produção agrícola, diante disto, objetivo desse trabalho é investigar o efeito da aplicação de bioinsumos como atenuador do estresse por déficit hídrico controlado na concentração de clorofila e produção do milho irrigado em condições de semiárido. O delineamento foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, no qual o fator primário foram as estratégias de irrigação: I - Irrigação plena (IP); II - irrigação com déficit regular 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*, *Bacillus aryabhattai* + *Azospirillum brasilense*, controle negativo (sem inoculação), controle positivo (uso de ureia). As variáveis obtidas foram: índice SPAD (50, 64 e 79 dias após semeadura) e produtividade da cultura do milho. O índice SPAD não foram influenciados pelos fatores estudados. A produtividade foi influenciada ($p < 0,05$) pelas estratégias de irrigação aplicadas. As estratégias de irrigação para mitigar os efeitos do déficit hídrico demonstraram-se promissoras.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L., irrigação deficitária, clorofila

BIOINPUTS AS A WATER DEFICIT MITIGATOR IN IRRIGATED CORN PRODUCTION IN SEMIARID CONDITIONS

ABSTRACT: In arid and semi-arid regions, the practice of irrigation is indispensable for agricultural production. In view of this, the objective of this work is to investigate the effect of applying bio-consumes as a mitigation of stress due to controlled water deficit on the concentration of chlorophyll and production of irrigated corn in conditions of semiarid. The design was in randomized blocks with subdivided plots, in which the primary factor was the irrigation strategies: I - Full irrigation (IP); II - regular deficit irrigation 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 (use of urea). The variables obtained were: SPAD index (50, 64 and 79 days after sowing) and corn crop productivity. The SPAD index were not

influenced by mitigating treatments. Irrigation strategies was influenced by irrigation deficit. The irrigation strategies used to mitigate the effects of water deficit proved to be promising.

KEYWORDS: *Zea mays* L., deficit irrigation, chlorophyll

INTRODUÇÃO: A agricultura é uma das atividades humanas que mais consome água (FAO 2003). Além disso, nas regiões áridas e semiáridas a prática de irrigação é indispensável para a produção agrícola. Nesse sentido, desenvolver estratégias que visam utilizar de modo eficiente a água na agricultura irrigada, sem comprometer o desenvolvimento dos cultivos agrícolas, são necessárias. A irrigação deficitária é um manejo da irrigação caracterizada pelo fornecimento de água em menor quantidade do que as necessidades hídricas da cultura (TROUT et al., 2021), objetivando maximalizar a produtividade da água e assegurar a produtividade das culturas sob escassez de hídrica (DAVIES; SIMONOVIC, 2011). Além disso, associar o estágio de desenvolvimento vegetal com a disponibilidade de água através concentração de clorofila pode ser funcional para a identificação de sensibilidade ao déficit hídrico. Contudo, o déficit hídrico é um dos fatores do ambiente que ocasiona efeitos negativos sobre a produção. Para atenuar os efeitos negativos, surge no mercado um bioinsumo a base de bactérias *Bacillus aryabhatai*. No entanto, pouco se conhece sobre o efeito a aplicação de bioinsumos promotores de crescimento, de forma isolada e em consórcio com outros microrganismos, sobre a concentração de clorofila e produção de plantas de milho, em resposta ao déficit hídrico controlado. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho é investigar o efeito da aplicação de bioinsumos como atenuador do estresse por déficit hídrico controlado na concentração de clorofila e produção do milho irrigado em condições de semiárido.

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⁻¹) e potássio (234,6 mg kg⁻¹) e elevados valores de saturação por base (88%) e capacidade de troca catiônica (10,4 cmol_c kg⁻¹) 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⁻¹; RAS: 1,60; Ca²⁺: 2,0 mmolc L⁻¹; Mg²⁺: 2,60 mmolc L⁻¹; Na⁺: 3,4 mmolc L⁻¹; K⁺: 0,2 mmolc L⁻¹; Cl⁻: 7,8 mmolc L⁻¹. Foi plantada o milho híbrido BRS2022, em semeio direto, com irrigação do tipo gotejamento com vazão de 2 L h⁻¹ e um emissor por planta. O manejo da irrigação foi realizado pela evapotranspiração da cultura (ET_c), obtido pelo produto da evapotranspiração de referência (ET_o) 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 regular 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 será utilizado nitrogênio mineral e inoculação. A parcela experimental e as subparcelas possuíam respectivamente, uma área de 28,16 e 7,04 m². Através de clorofilog (FALKER®), foram realizadas medidas do índice SPAD aos 50, 64 e 79 dias após a semeadura (DAS) em folhas adultas em bem desenvolvidas. A produtividade (kg ha⁻¹) foi obtida pelo peso de espigas em relação a área ocupada pelas plantas em cada tratamento. 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 as 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: Para a variável índice SPAD aos 50 (A), 64 (B) e 79 (C) DAS, não foram observadas diferenças significativas para nenhum dos fatores estudados ($p < 0,05$). Portanto nenhum das estratégias estudadas foram de fatos relevantes para estas variáveis.

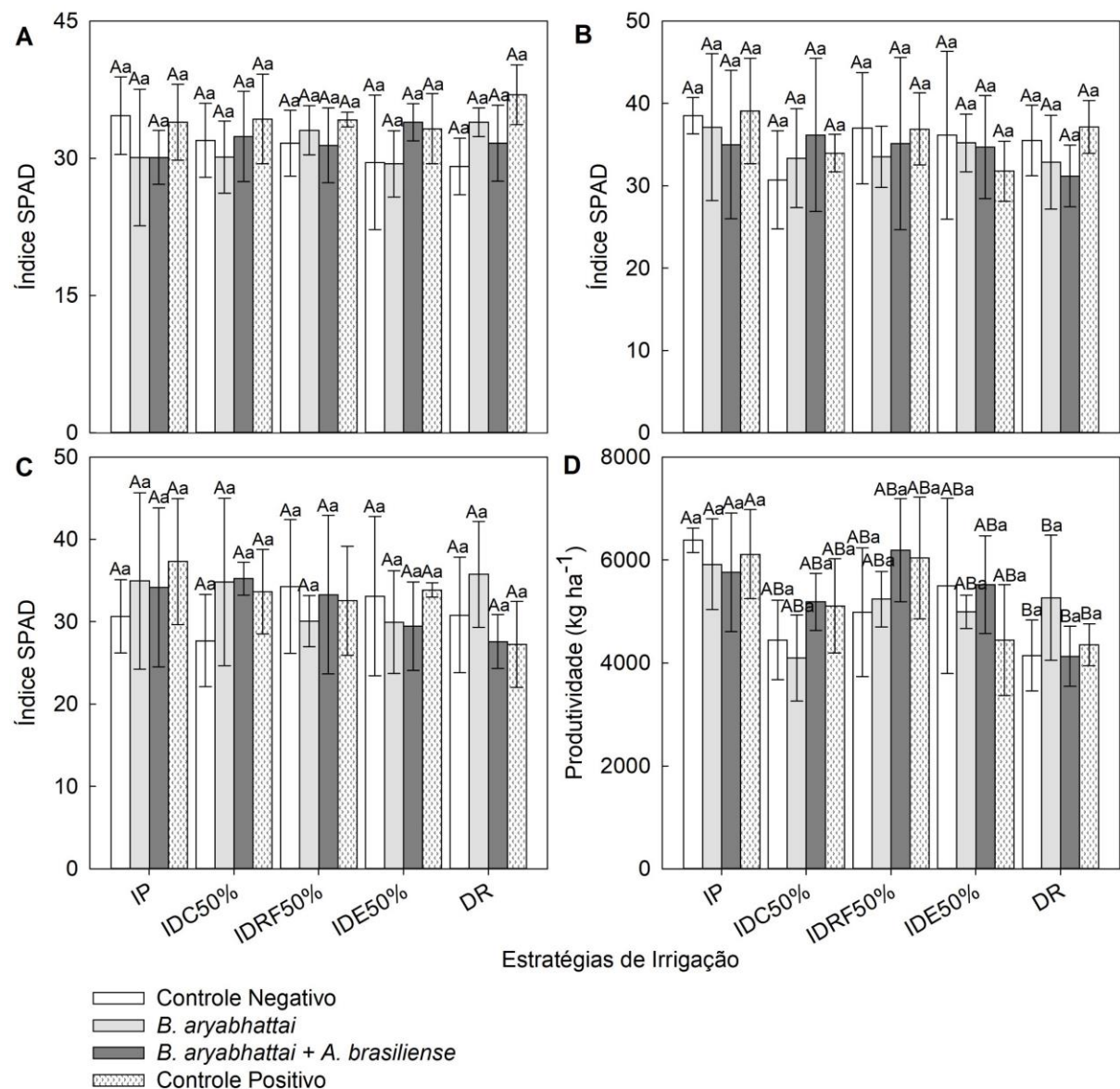


FIGURA 1. Médias dos tratamentos da variável Índice SPAD aos 50 (A), 64 (B) e 79 (C) DAS

e produtividade (D) de plantas de milho submetidos a diferentes estratégias de irrigação e bioinsumos. Diferentes letras maiúsculas e minúsculas indicam diferenças significativas entre as estratégias de irrigação pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).

Para a variável produtividade (FIGURA 1D) observou-se influência do fator estratégia de irrigação ($p < 0,05$) de maneira isolada. Os demais fatores não foram significativos para esta variável. De acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$), os maiores valores foram observados para IP (6.043,72 kg ha⁻¹), não diferindo do tratamento IDR50 (5.615,00 kg ha⁻¹), portanto, em condições de escassez hídrica a redução do uso da água na fase de florescimento e formação dos grãos, pode ser uma estratégia assertiva para mitigar os efeitos da seca.

Possivelmente, devido ao fim da formação radicular, sendo esta atingido a máxima expansão e a cultura estabelecida, o déficit hídrico na fase de florescimento e formação dos grãos podem não ser danosas para as plantas utilizando-se uma redução de 50% da ETc, contudo, segundo Santos et al. (2020) déficit hídrico na fase de florescimento desta cultura pode levar a perdas de produtividade entre 35 e 50%, sendo o estágio de florescimento considerado a fase crítica.

CONCLUSÕES: As estratégias de irrigação para mitigar os efeitos do déficit hídrico demonstraram-se promissoras.

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).

DAVIES, E. G. R.; SIMONOVIC, S. P. Global water resources modeling with an integrated model of the social–economic–environmental system. **Advances in water resources**, v. 34, n. 6, p. 684-700, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Agricultura irrigada sustentável no Brasil: Identificação de áreas prioritárias**. Brasília: FAO, 2017. 243p.

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.

SANTOS, R. L. V.; BARBOSA, J. P. F.; SOUZA, W. C. L.; SILVA, L. E. B.; BRITO, D. R.; BRITO, D. B. Rendimento do híbrido de milho (*Zea mays* L.) AG 1051 sob diferentes populações de plantas em irrigação deficitária por gotejamento no Agreste Alagoano. **Revista da Universidade Estadual de Alagoas**, [S. l.], v. 12, n. 12, p. 1-9, 2020.

TROUT, T. J.; DEJONGE, K. C. Evapotranspiration and water stress coefficient for deficit-irrigated maize. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 147, n. 10, p. 04021044, 2021.