

PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DE ALGODOEIRO SUBMETIDO AO DÉFICIT HÍDRICO E A APLICAÇÃO DE *Bacillus aryabhatai*

ANTÔNIO RUAN FURTADO JÚNIOR¹, JOÃO PEDRO DE SOUZA MACHADO², LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES³, GEOVANI SOARES DE LIMA⁴ e JACKSON SILVA NÓBREGA⁵

¹Graduando em Agronomia, CCTA/UFCG, Pombal-PB, ruan.furtado0738@gmail.com

²Graduando em Agronomia, CCTA/UFCG, Pombal-PB, joãopedromachado907@gmail.com

³Dra. Profa. Adjunta CCTA/UFCG, Pombal-PB, laurispo.agronomia@gmail.com;

⁴Dr. Prof. Adjunto CCTA/UFCG, Pombal-PB, geovanisoareslima@gmail.com;

⁵Dr. Prof. Assistente, UFOPA, Campus Rurópolis, Rurópolis-PA, jacksonnobrega@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
6 a 8 de outubro de 2025

RESUMO: O déficit hídrico é um dos fatores que pode limitar o cultivo do algodoeiro em regiões semiáridas, sendo necessário estratégias para enfrentar os impactos negativos sobre a cultura. Assim, este estudo avaliou a inoculação das sementes de algodão BRS ‘Jade’ com *Bacillus aryabhatai* sob dois regimes de irrigação e os efeitos na produção de pigmentos fotossintéticos. Foi adotado o delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2×5 , sendo duas frequências de irrigação (diária e a cada 5 dias) e cinco concentrações de *B. aryabhatai* (0, 100, 200, 300 e 400 mL dm⁻³). Os resultados indicaram que o déficit hídrico estimulou a produção das clorofilas a, b e total e de carotenóides independentemente da concentração de *B. aryabhatai*. A inoculação das sementes não promoveu efeito na síntese de pigmentos fotossintéticos nas plantas de algodoeiro BRS ‘Jade’..

PALAVRAS-CHAVE: Algodão naturalmente colorido. BRS Jade, clorofila, irrigação deficitária, Semiárido.

PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF COTTON UNDER WATER DEFICIT AND APPLICATION OF *Bacillus aryabhatai*.

ABSTRACT: Water deficit is one of the main factors that can limit cotton cultivation in semi-arid regions, making it necessary to adopt strategies to mitigate its negative impacts on the crop. Therefore, this study evaluated the inoculation of BRS ‘Jade’ cotton seeds with *Bacillus aryabhatai* under two irrigation regimes and its effects on the production of photosynthetic pigments. The experiment was conducted in a randomized block design, in a 2×5 factorial arrangement, consisting of two irrigation frequencies (daily and every 5 days) and five concentrations of *B. aryabhatai* (0, 100, 200, 300, and 400 mL dm⁻³). The results indicated that water deficit stimulated the production of chlorophyll a, b, and total, as well as carotenoids, regardless of the *B. aryabhatai* concentration. Seed inoculation had no significant effect on the synthesis of photosynthetic pigments in BRS ‘Jade’ cotton plants.

KEYWORDS: Naturally colored cotton, BRS Jade, chlorophyll, deficit irrigation, semi-arid.

INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum L.*), especialmente em cultivares de fibra naturalmente colorida como a BRS Jade, possui grande importância econômica para o semiárido brasileiro. No entanto, seu cultivo é limitado pela escassez hídrica, que afeta diretamente processos fisiológicos como a fotossíntese e o metabolismo de pigmentos essenciais, como clorofilas e carotenóides (Barbosa et al., 2019; Parkash, et al., 2024)

Diante desse cenário, o uso de microrganismos promotores de crescimento, como *Bacillus aryabhatai*, surge como estratégia promissora para mitigar os efeitos do déficit hídrico. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação das sementes de algodão BRS ‘Jade’ com *B. aryabhatai* sob dois regimes de irrigação na produção de pigmentos fotossintéticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), campus de Pombal-PB. Foi adotado o delineamento de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 2×5 , onde os tratamentos consistiram em duas frequências de irrigação (a cada 1 e 5 dias), e cinco concentrações de *B. aryabhatai* (0, 100, 200, 300 e 400 mL dm⁻³), com três repetições, totalizando 30 unidades experimentais. Foram utilizadas sementes da cultivar BRS Jade.

Para a instalação do experimento, utilizaram-se recipientes adaptados à lisímetros com capacidade de 20 litros, equipados com mangueiras de drenagem. Esses recipientes foram preenchidos manualmente com uma camada de areia lavada na base e Vertissolo no restante do volume. As unidades experimentais foram dispostas com espaçamento de 1,20 m entre fileiras e 0,50 m entre plantas. As sementes permaneceram submersas por 24 horas nas respectivas concentrações de *B. aryabhatai* antes da semeadura e, após a emergência, receberam as mesmas doses por inoculação direta via fertirrigação. A irrigação foi mantida em 100% da capacidade de campo até os 30 dias após a semeadura (DAS), quando se iniciou a aplicação dos tratamentos. O volume aplicado em cada turno foi determinado pelo balanço hídrico, conforme Bernardo et al. (2013). utilizando-se a equação:

$$VI = (Va - Vd) / (1 - FL)$$

Em que: VI = volume de água no evento de irrigação (mL); Va = volume aplicado anteriormente (mL); Vd = volume drenado (mL); FL = fração de lixiviação (0,15), aplicada a cada 15 dias.

O manejo da adubação foi baseado nas recomendações de Novais et al. (1991) para experimentos em vasos, aplicando-se 100, 150 e 300 mg kg⁻¹ de solo de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O), respectivamente. As fontes utilizadas foram ureia, fosfato monoamônico e cloreto de potássio. As adubações iniciaram-se aos 15 dias após a emergência, via fertirrigação, parceladas em três aplicações com intervalo de 15 dias. Para fornecimento de micronutrientes, foi realizada aplicação foliar de 1 g L⁻¹ do produto Dripsol Micro®. Durante todo o ciclo, o controle de plantas invasoras foi feito manualmente por capinas periódicas, e a crosta superficial do solo foi escarificada para facilitar a infiltração da água.

As análises de pigmentos fotossintéticos foram realizadas com base na metodologia descrita por Arnon (1949) aos 75 (DAS). Para isso, foram coletadas amostras foliares consistindo em cinco discos retirados do limbo da terceira folha madura a partir do ápice do ramo quaternário. A extração dos pigmentos foi realizada em solvente adequado, conforme os protocolos laboratoriais, e as leituras das soluções obtidas foram realizadas em espectrofotômetro, utilizando os comprimentos de onda de 663, 647 e 470 nm.

As concentrações de clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), clorofila total e carotenoides totais foram determinadas utilizando as equações:

$$\text{Clorofila a (mg g}^{-1}\text{ MF)} = (12,25 \times A663) - (2,79 \times A647) \quad (1)$$

$$\text{Clorofila b (mg g}^{-1}\text{ MF)} = (12,50 \times A647) - (5,10 \times A663) \quad (2)$$

$$\text{Clorofila total (mg g}^{-1}\text{ MF)} = (7,15 \times A663) + (18,71 \times A647) \quad (3)$$

$$\text{Carotenoides totais (mg g}^{-1}\text{ MF)} = [(1000 \times A470) - (1,82 \times Cl a) - (85,02 \times Cl b)] / 198 \quad (4)$$

Os resultados foram expressos em miligramas por grama de massa fresca (mg g⁻¹ MF).

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (Bartlett). Em seguida, realizou-se análise de variância (ANOVA) ao nível de 1 e 5% de significância pelo teste F. Para os fatores quantitativos com efeito significativo, aplicou-se análise de regressão polinomial, utilizando o software Sisvar para execução da análise estatística.

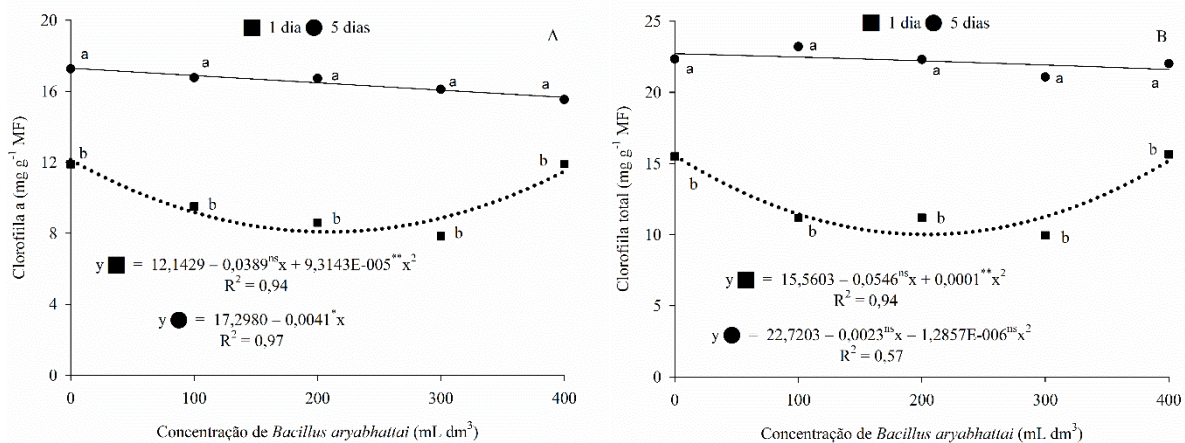
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística revelou efeitos significativos ($p \leq 0,01$) da interação entre as frequências de irrigação e das concentrações de *B. aryabhatai* sobre os teores de clorofila a e total.

Já para os teores de clorofila b houve efeito isolados de ambos os fatores, enquanto os carotenoides só sofreram influência das frequências de irrigação. apresentaram resposta significativa.

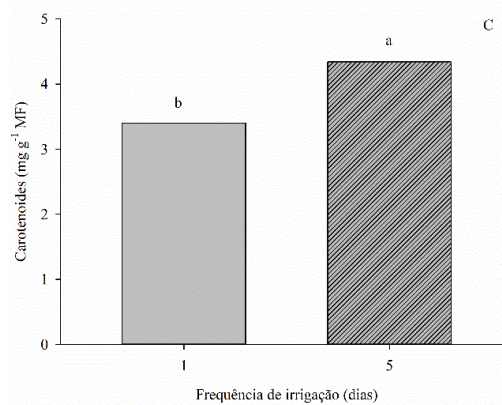
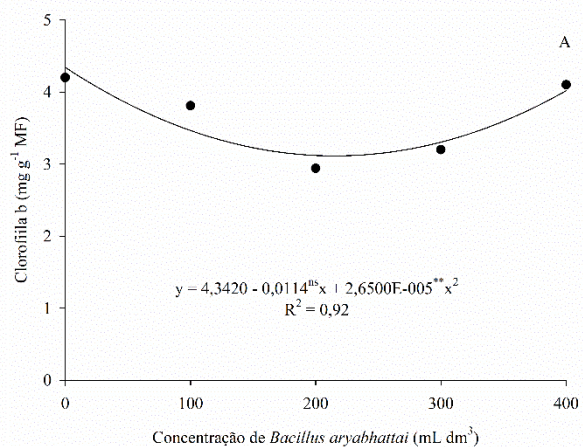
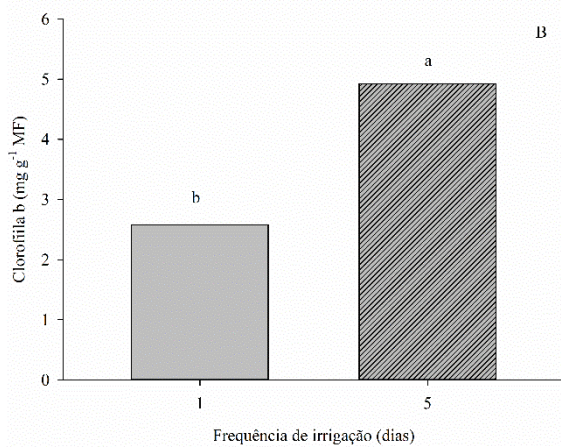
Para os teores de clorofila a e total (Figura 1A), os maiores valores (17,3 e 22,72 mg g⁻¹ MF) ocorreram nas plantas que não receberam à aplicação de *B. aryabhattai*, seguido de decréscimos com o aumento das concentrações, sendo atingido 10,5 e 5,21% ao comparar os valores da maior e menor concentração. Já as plantas submetidas a irrigação diária, apresentou valores que se ajustaram ao modelo quadrático, sendo o maior valor (12,14 15,56 mg g⁻¹ MF) sem aplicação de *B. aryabhattai*. Resultados opostos foram descritos por Mun et al. (2024), que relataram que *B. aryabhattai* promoveu o acúmulo de clorofila e o crescimento de soja por meio da produção de ácido butanoico e manutenção nutricional.

Figura 1. Clorofila a (A) e total (B) de algodão de fibra naturalmente colorida cv. BRS Jade submetidas a diferentes turnos de rega e concentrações de *Bacillus aryabhattai* aos 75 dias após a semeadura.



Para a clorofila b e carotenoides, é possível verificar que houve efeito isolado para as frequências de irrigação, sendo os maiores valores (4,92 e 4,34 mg g⁻¹ MF) nas plantas submetidas a irrigação a cada 5 dias (Figura 2A e 2C), o que pode estar associado ao fato de serem pigmentos acessórios a fotoproteção da planta. Essa estabilidade pode ser atribuída à sua atuação constitutiva como pigmentos fotoprotetores e antioxidantes, o que os torna menos responsivos a intervenções externas de curto prazo. Esse comportamento foi também descrito por (Deng et al., 2022), os quais relataram que os carotenoides se mantêm relativamente estáveis mesmo sob variações hídricas, dado seu papel basal na proteção contra estresses ambientais.

Figura 2. Clorofila b (A e B) e carotenoides (C) de algodão de fibra naturalmente colorida cv. BRS Jade submetidas a diferentes turnos de rega e concentrações de *Bacillus aryabhattai* aos 75 dias após a semeadura.



Já para o efeito isolado das concentrações de *B. aryabhattai* foi observado efeito quadrático, com o maior valor (4,34 mg g⁻¹ MF) nas plantas que não receberam à aplicação. Esse comportamento mais modesto em relação à clorofila b pode ser explicado pela função acessória da clorofila b na fotossíntese,

CONCLUSÃO

O déficit hídrico estimulou a produção de pigmentos fotossintéticos, independentemente da concentração de *B. aryabhattai*. A inoculação das sementes se mostrou ineficiente em aumentar os teores de clorofilas e carotenóides das plantas de algodão cv. BRS Jade.

AGRADECIMENTOS

Ao FNDE pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Arnon, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, v.24, p.1-15, 1945.
- Barbosa, J. L.; Nobre, R. G.; Souza, L. de P.; Veloso, L. L. de S.; Silva, E. L. da; Guedes, M. A. Crescimento de algodoeiro colorido cv. BRS Topázio em solos com salinidades distintas e adubação orgânica. Revista de Ciências Agrárias, v.42, p.206-213, 2019.
- Bernardo, S.; Mantovani, E. C.; Silva, D. D.; Soares, A. A. 2013. Manual de irrigação. 8th ed. Viçosa, MG: Ed. UFV.

- Deng, C.; Zeng, N.; Li, C.; Pang, J.; Zhang, N.; Li, B. ROS-mediated interaction mechanisms between *Bacillus aryabhatai* LAD and maize roots to promote plant growth. *BMC Microbiology*, v.24, art.327, 2024.
- Deng, C.; Zhang, N.; Liang, X.; Huang, T.; Li, B. *Bacillus aryabhatai* LAD impacts rhizosphere bacterial community structure and promotes maize plant growth. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.102, n.14, p.6650–6657, 2022.
- May, A.; Moreira, B. R. de A.; Mascarim, G. M.; Viana, R. da S.; Santos, M. S. dos; Silva, E. H. F. M.; Ramos, N. P.; Melo, I. S. de. Induction of drought tolerance by inoculation of *Bacillus aryabhatai* on sugarcane seedlings. *Científica*, v.47, n.4, p.400–410, 2019.
- Mun, Bong-Gyu. Hussain, A.; Park, Yeon-Gyeong; Kang, Sang-Mo.; Lee, In-Jung.; Yun, Byung-Wook. The PGPR *Bacillus aryabhatai* promotes soybean growth via nutrient and chlorophyll maintenance and the production of butanoic acid. *Frontiers in Plant Science*, v.15, 1341993, 2024.
- Novais, R. F., Neves J.C.L., & Barros N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J. (ed) *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. (Vol. 1, p. 189-253). Brasília-DF: Embrapa-SEA, 1991.