

## PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DE ALGODOEIRO SOB SALINIDADE DO SOLO E FERTILIZANTE À BASE DE FUNGOS MICORRIZOS

Evanilson Souza de Almeida<sup>1</sup>, Valéria Fernandes de Oliveira Sousa<sup>2</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>3</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>3</sup>, Erica Pedrosa de Lima<sup>1</sup>, Hellen Caroline Marinho Lacerda<sup>1</sup>

**RESUMO:** O algodoeiro colorido é uma cultura de relevância socioeconômica para o semiárido brasileiro, região frequentemente exposta a solos com excesso de sais solúveis e/ou sódio trocável. Para mitigar os efeitos deletérios do estresse salino nas plantas em solos salinos e/ou sódicos, é necessário desenvolver estratégias adequadas, destacando-se a aplicação de fertilizantes a base de fungos micorrizos. Objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da aplicação de fertilizante à base de fungos micorrízicos nos pigmentos fotossintéticos em plantas de algodoeiro submetidas a diferentes níveis de condutividades elétrica do extrato de saturação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial  $5 \times 4$ , referente a cinco níveis de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo - CEes (3,7; 4,9; 6,1; 7,3 e 8,5 dS m<sup>-1</sup>) e quatro concentrações de fertilizante a base de fungos micorrizos (0; 1,5; 2,5 e 4,5 g L<sup>-1</sup>). O uso de fertilizante à base de fungos micorrízicos (1,7 g L<sup>-1</sup>) em algodoeiro 'BRS Jade', sob condutividade elétrica do extrato de saturação do solo de até 5,7 dS m<sup>-1</sup>, promove um aumento significativo na síntese de pigmentos fotossintéticos, otimizando a eficiência fotossintética da cultura mesmo em condições salinas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gossypium hirsutum* L.; micorriza; estresse salino

## PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF COTTON UNDER SOIL SALINITY AND FERTILIZER BASED ON MYCORRHIZAL FUNGI

**ABSTRACT:** Colored cotton is a crop of socioeconomic importance for the Brazilian semiarid region, a region frequently exposed to soils with excess soluble salts and/or exchangeable sodium. To mitigate the deleterious effects of salt stress on plants in saline and/or sodium-rich

<sup>1</sup> Graduando em Agronomia, CCTA-UFCG, Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770 - Pereiros, CEP 58840-000, Pombal, PB. Fone: (83) 99818-2177. E-mail: evanilsom46@gmail.com;

<sup>2</sup> Doutora, Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, PPGHT-UFCG ;

<sup>3</sup> Professor(a) Dr(a) do curso de graduação em Agronomia, CCTA/UFCG, Campus: Pombal-PB;

soils, appropriate strategies are needed, particularly the application of mycorrhizal-based fertilizers. This study aimed to evaluate the effects of mycorrhizal-based fertilizer application on photosynthetic pigments in cotton plants subjected to different levels of saturation extract electrical conductivity. The experimental design was randomized blocks, in a  $5 \times 4$  factorial scheme, referring to five levels of electrical conductivity of the soil saturation extract - CEes (3.7; 4.9; 6.1; 7.3 and 8.5  $\text{dS m}^{-1}$ ) and four concentrations of fertilizer based on mycorrhizal fungi (0; 1.5; 2.5 and 4.5  $\text{g L}^{-1}$ ). The use of fertilizer based on mycorrhizal fungi (1.7  $\text{g L}^{-1}$ ) in 'BRS Jade' cotton, under electrical conductivity of the soil saturation extract of up to 5.7  $\text{dS m}^{-1}$ , promotes a significant increase in the synthesis of photosynthetic pigments, optimizing the photosynthetic efficiency of the crop even under saline conditions.

**KEYWORDS:** *Gossypium hirsutum* L; mycorrhiza; salt stress

## INTRODUÇÃO

O algodoeiro de fibra colorida (*Gossypium hirsutum* L.) pertence à família Malvaceae e pode ser cultivado em regiões tropicais e subtropicais (Silva et al., 2024). Na safra de 2023 o Brasil produziu aproximadamente 7.496.603 toneladas de algodão em uma área de 1.709.425 hectares. A região Centro-Oeste foi responsável por cerca de 75% dessa produção, seguida pela região Nordeste com aproximadamente 22%, onde o estado da Paraíba, produziu 1.118 toneladas de algodão (IBGE, 2023), contribuindo significativamente para a geração de renda e empregos.

O excesso de sais no solo compromete processos moleculares, bioquímicos e fisiológicos, afetando o crescimento das plantas, o rendimento econômico e a qualidade da fibra do algodão, devido ao acúmulo de sais, principalmente  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$ , que causam redução do potencial osmótico, toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional, além do estresse oxidativo gerado pelo aumento da síntese de espécies reativas de oxigênio (Veloso et al., 2023a). A salinidade limiar da condutividade elétrica do extrato de saturação do algodoeiro é de 7,7  $\text{dS m}^{-1}$  (Soares Filho et al., 2016), contudo danos são observados na síntese de clorofila em condições salinas (Nóbrega et al., 2024). Em plantas sensíveis ao estresse salino frequentemente ocorre diminuição da síntese de clorofila, que é o pigmento mais importante relacionado à fotossíntese (Hao et al., 2021).

Contudo, os fungos micorrizos promovem nas plantas expostas à salinidade a produção de antioxidantes e poliaminas, ajuste osmótico, resultando em maior transporte de água e

manutenção de um equilíbrio iônico na relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  através do micélio externo para melhorar o desenvolvimento e a sobrevivência da planta sob estresse salino (Baltazar-Bernal et al., 2022).

Nessa perspectiva, objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da aplicação de fertilizante à base de fungos micorrízicos nos pigmentos fotossintéticos em plantas de algodoeiro submetidas a diferentes níveis de condutividades elétrica do extrato de saturação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de junho a setembro de 2024 sob condições de campo no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, em Pombal – PB. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial  $5 \times 4$ , referente a cinco níveis de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo - CEes (3,7; 4,9; 6,1; 7,3 e 8,5  $\text{dS m}^{-1}$ ) e quatro concentrações de fertilizante a base de fungos micorrizos (0; 1,5; 2,5 e 4,5  $\text{g L}^{-1}$ ), com três repetições. Os níveis de CEes foram baseados na salinidade limiar CEes do algodoeiro e trabalhos anteriores com ‘BRS Jade’ (Soares Filho et al., 2016; Nóbrega et al., 2024), enquanto as concentrações de fertilizante foram de acordo recomendação (2,0  $\text{g L}^{-1}$ ) conforme o produto comercial (Phosmyc®).

Foram utilizados vasos de plásticos adaptados como lisímetros de drenagem com capacidade de 20 L. Em seguida foram preenchidos com 22 kg de um Neossolo Regolítico de textura franco-arenosa, devidamente destorroado e homogeneizado, oriundo da área experimental da Fazenda 'Rolando Enrique Rivas Castellón', do CCTA/UFCG, em São Domingos, PB. Após o preenchimento dos lisímetros, o solo foi salinizado pela dissolução do NaCl não iodado aplicado via irrigação de modo a obter CEes de 3,7; 4,9; 6,1; 7,3 e 8,5  $\text{dS m}^{-1}$ . A quantidade de sais a ser incorporada ao solo foi determinada de acordo com Rhoades et al. (2000).

A semeadura foi realizada utilizando-se 3 sementes de algodão colorido ‘BRS Jade’ distribuídas de forma equidistante em cada lisímetros. Aos 10 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste das plantas mantendo apenas uma por lisímetros. Adubação de cobertura teve início aos 15 DAS, onde foram utilizadas como fonte de nitrogênio, fosforo e potássio, a ureia (45% de N), fosfato monoamônico (9% de N e 48% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e cloreto de potássio, respectivamente (60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ), utilizando-se a recomendação de Novais et al. (1991).

Aos 20 DAS, os fertilizantes à base de fungos micorrizos foram aplicados conforme os tratamentos propostos (0; 1,5; 2,5 e 4,5 g L<sup>-1</sup>) estipulados baseado na recomendação (2,0 g L<sup>-1</sup>) de acordo com o produto (Phosmyc<sup>®</sup>) aplicado uma única vez. O fertilizante foi adicionado em uma única aplicação fertirrigado nos lisímetros de drenagem, sendo diluído em 67 ml de água (H<sub>2</sub>O) para cada tratamento.

Aos 45 DAS, foram determinados os índices de clorofila *a*, *b* e total em folhas totalmente expandida no terço médio da planta pelo método não destrutivo, com auxílio de clorofilômetro eletrônico portátil (ClorofiLOG<sup>®</sup>).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição (Shapiro-Wilk) e posteriormente foi realizada análise de variância ao nível de 0,05 de probabilidade, e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial, utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL (Ferreira, 2019).

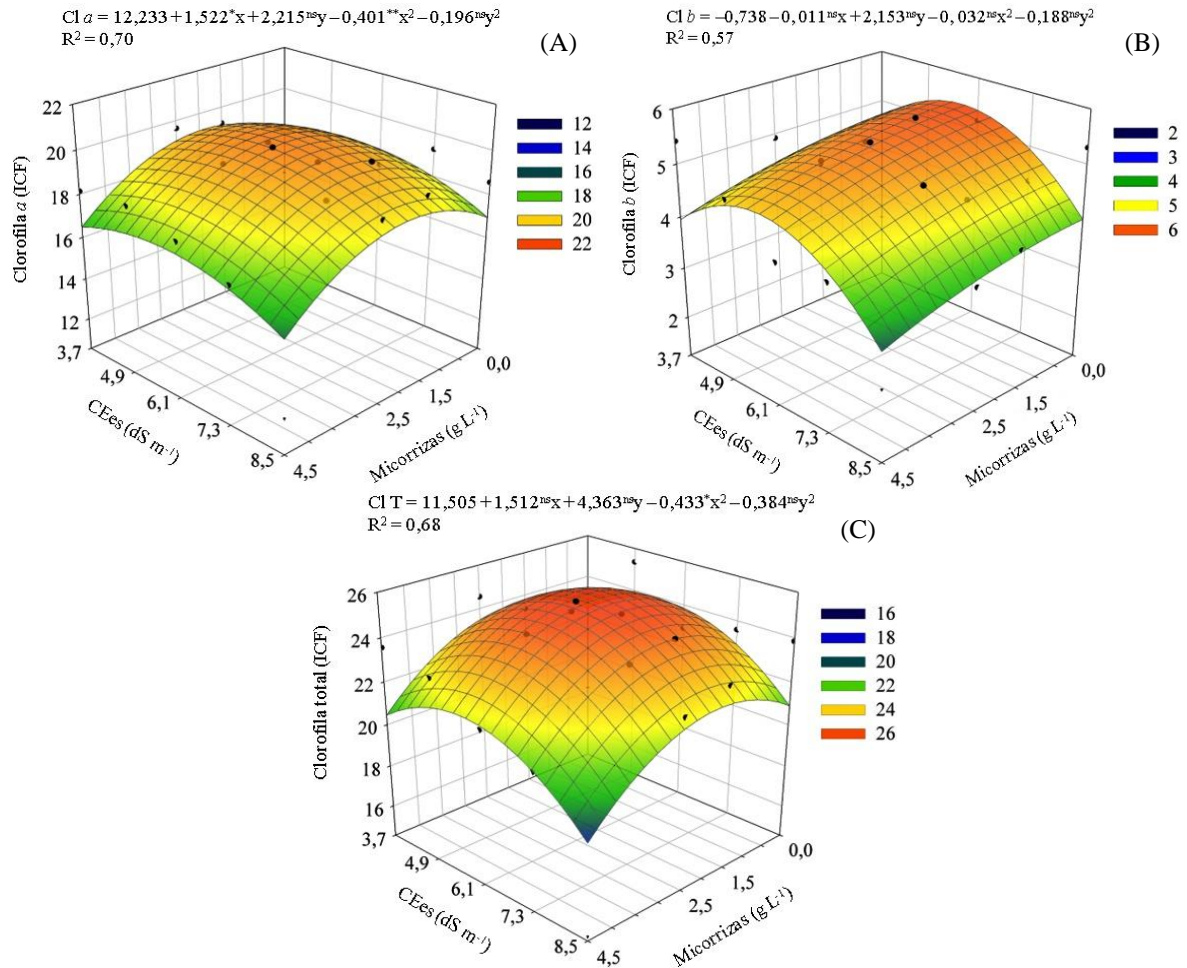
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que os teores de clorofila *a* aumentaram de 17,74 na CEes de 3,7 dS m<sup>-1</sup> e concentração de 0 g L<sup>-1</sup> de fertilizante para 19,93 ICF na CEes de 5,7 dS m<sup>-1</sup> associada a concentração de 1,9 g L<sup>-1</sup> do fertilizante (Figura 1A). Porém, concentrações superiores da CEes e do fertilizante declinaram os teores desse pigmento nas folhas de algodoeiro ‘BRS Jade’. Com relação aos teores de clorofila *b* observa-se que houve incremento 16,57% com aumento da CEes até 5,7 dS m<sup>-1</sup> nas plantas que não receberam o fertilizante (Figura 1B), da mesma forma excesso de sais no solo e do fertilizante declinaram essa variável.

Já a clorofila total aumentou em 12,62% com aumento da CEes até 5,7 dS m<sup>-1</sup> e aplicação do fertilizante na concentração de 1,7 g L<sup>-1</sup>, porém os menores valores foram observados em plantas sob CEes de 8,5 dS m<sup>-1</sup> de CEes e 4,5 g L<sup>-1</sup> do fertilizante (Figura 1C). Geralmente, o estresse salino inibe síntese de pigmentos fotossintéticos, e pelos resultados obtidos observa-se que o algodoeiro sob CEes até 5,7 dS m<sup>-1</sup> teve um incremento nos teores, possivelmente pelos fungos micorrizos aumentar a tolerância ao estresse salino, melhorando a absorção de nutrientes, como nitrogênio e aumentando a síntese de clorofila (Kakabouki et al., 2023).

Contudo, em elevados níveis de CEes e do fertilizante houve redução nos teores de pigmentos fotossintéticos. Possivelmente está diminuição estar relacionado com o aumento na atividade da clorofilase, enzima responsável pela degradação da clorofila, acarretada provavelmente pela maior translocação de cloro devido à alta concentração de sais na planta ou

pelo excesso de sódio no solo que pode ter interferido na absorção de nitrogênio (Ibrahim et al., 2018). De forma similar, Veloso et al. (2023b) estudando o algodoeiro ‘BRS Rubi’ constataram que o incremento de sais na água de irrigação (0,3 a 5,3 dS m<sup>-1</sup>) declina os teores de clorofila *a*, *b* e total.



X e Y - Condutividade elétrica do extrato de saturação – CEes e concentrações de micorrizas – MIC; ns – Não significativo ( $p > 0,05$ ) e significativo a  $p \leq 0,01$  pelo teste F, respectivamente

**Figura 1.** Clorofila *a* (A), clorofila *b* (B) e clorofila total (C) do algodoeiro de fibra colorida, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica do extrato de saturação - CEes e concentrações de micorrizas - MIC, aos 45 dias após o transplantio.

## CONCLUSÕES

Recomenda-se o uso de fertilizante à base de fungos micorrízicos (1,7 g L<sup>-1</sup>) em algodoeiro ‘BRS Jade’, sob condutividade elétrica do extrato de saturação do solo de até 5,7 dS m<sup>-1</sup>, pois promove um aumento significativo na síntese de pigmentos fotossintéticos, otimizando a eficiência fotossintética da cultura mesmo em condições salinas.

## AGRADECIMENTOS

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESq), processo (2165/2023), ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical - INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes), processos 406570/2022-1 (CNPq) e Processo INCT-35960-62747.65.95/51 (Funcap).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baltazar-Bernal, O.; Spinoso-Castillo, J. L.; Mancilla-Álvarez, E.; Bello-Bello, J.J. Arbuscular mycorrhizal fungi induce tolerance to salinity stress in taro plantlets (*Colocasia esculenta* L. Schott) during Acclimatization. **Plants** v.11, e1780, 2022.
- Chandrasekaran M.; Chanratana M.; Kim K.; Seshadri S.; Sa T. Impact of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Photosynthesis, Water Status, and Gas Exchange of Plants Under Salt Stress—A Meta-Analysis. **Frontiers in Plant Science**, v.10, p.457, 2019.
- Ferreira, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.4, p.529-535, 2019.
- Hao, S.; Wang, Y.; Yan, Y.; Liu, Y.; Wang, J.; Chen, S. A Review on Plant Responses to Salt Stress and Their Mechanisms of Salt Resistance. **Horticulturae**, v.7, p. 132, 2021.
- Ibrahim, M.E.H.; Zhu, X.; Zhou, G.; Ali, A.Y.A.; Ahmad, I.; Farahk, G.A. Nitrogen fertilizer alleviated negative impacts of NaCl on some physiological parameters of wheat. **Pakistan Journal Botany**, v.50, p.2097-2104, 2018.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal, 2023. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/pb>> Acesso em: 8 mai. 2025
- Kakabouki, I.; Stavropoulos, P.; Roussis, I.; Mavroeidis, A.; Bilalis, D. Contribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) in Improving the Growth and Yield Performances of Flax (*Linum usitatissimum* L.) to Salinity Stress. **Agronomy**, v.13, e2416, 2023

Nobrega, J. S.; Gomes, V. R.; Soares, L. A. A.; Lima, G. S.; Silva, A. A. R.; Gheyi, H. R.; Torres, R. A. F.; Silva, F. J. L.; Silva, T. I.; Costa, F. B.; Dantas, M. V.; Bruno, R. L. A.; Nobre, R.G; Sa, F. V. S. Hydrogen peroxide alleviates salt stress effects on gas exchange, growth, and production of naturally colored Cotton. **Plants**, v. 13, e390, 2024.

Rhoades, J. D.; Kandiah, A.; Mashali, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 48.

Silva, S. T. A.; Soares, L. A. Dos A.; Lima, G. S.; Silva, S. S. Da; Fatima, R. T.; Gheyi, H. R.; Silva, A. A. R.; Nobrega, J. S. Gas exchange and growth of colored cotton under salt stress and application of salicylic acid. **Revista Caatinga**, v. 37, e12439, 2024.

Soares Filho, W. S.; Gheyi, H. R.; Brito, M. E. B.; Nobre, R. G.; Fernandes, P. D.; Miranda, R. S. Melhoramento genético e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F.; Gomes Filho, E. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. INCTSal: Fortaleza, 2016. 259-271p.

Veloso, L. L. S. A.; Azevedo, C. A. V.; Nobre, R. G.; Lima, G. S.; Bezerra, J. R. C.; Silva, A. A. R.; Fatima, R. T.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Fernandes, P. D; Lima, V. L. A.; Chaves, L. H. G. Production and fiber characteristics of colored cotton cultivares under salt stress and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. **Plants**, v. 12, e2090, 2023a.

Veloso, L.L.S.A.; Azevedo, C.A.V. De; Nobre, R.G.; Lima, G.S.; Capitulino, J.D.; Silva, F.A. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> alleviates salt stress effects on photochemical efficiency and photosynthetic pigments of cotton genotypes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 34-41, 2023b.