

EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DO ALGODOEIRO ‘BRS VERDE’ SOB IRRIGAÇÃO DEFICITÁRIA E APLICAÇÃO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR

Nadiana Praça de Souza¹, Lauriane Almeida dos Anjos Soares², Vera Lucia Antunes de Lima³, Denis Soares Costa⁴, Edilene Daniel de Araújo⁵, Franciele Simões do Nascimento⁶

RESUMO: O algodoeiro é uma cultura de grande relevância para o Brasil, contudo, o seu cultivo está sujeito a estresses ambiental, especialmente, o hídrico, que pode limitar a sua produtividade. Mediante a isso, faz-se necessário técnicas que viabilizem sua produção mesmo em situação de escassez hídrica, como o uso de polímero hidroretentor. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a eficiência fotoquímica do algodoeiro de fibra colorida ‘BRS verde’ sob irrigação deficitária e aplicação de polímero hidroretentor. A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação pertencente ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais- CTRN, na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, localizado em Campina Grande, Paraíba, Brasil. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2×5 , referente a duas lâminas de irrigação (100 e 40% da necessidade hídrica da cultura) e cinco doses de polímero hidroretentor (0; 1,5; 3,5; 5,0 e 6,5 g dm⁻³ de solo). As doses de polímero hidroretentor aumentou a fluorescência inicial até a dose de 3,4 g dm⁻³ sob irrigação plena e de 6,5 g dm⁻³ sob déficit hídrico. A fluorescência máxima, fluorescência variável e a eficiência quântica do fotossistema II tiveram reduções com uso do polímero hidroretentor.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum* L., drought, hydrogel.

¹ Mestranda em Irrigação e Drenagem, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: nadianasouza2018@gmail.com;

² Dra. Engenharia Agrícola, Profª. CCTA – UAGRA, Pombal-PB, lauriane.almeida@professor.ufcg.edu.br;

³ Dra. Profª. Titular, UFCG, Campina Grande-PB, vera.antunes.ufcg@gmail.com;

⁴ Doutorando em Irrigação e Drenagem, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: deniscosta1313@gmail.com;

⁵ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais- PPGEGRN, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: safirabiologia@gmail.com;

⁶ Graduanda em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. franciele.simoese@estudante.ufcg.edu.br;

PHOTOCHEMICAL EFFICIENCY OF 'BRS VERDE' COTTON UNDER DEFICIT IRRIGATION AND APPLICATION OF WATER-RETAINING POLYMER

ABSTRACT: Cotton is a crop of great importance for Brazil; however, its cultivation is subject to environmental stresses, particularly water stress, which can limit its productivity. In light of this, it is essential to adopt techniques that enable production even under conditions of water scarcity, such as the use of water-retaining polymers. Accordingly, the objective of this study was to evaluate the photochemical efficiency of the naturally colored cotton cultivar 'BRS Verde' under deficit irrigation and the application of a water-retaining polymer. The research was conducted in a greenhouse belonging to the Center for Technology and Natural Resources (CTRN) at the Federal University of Campina Grande (UFCG), located in Campina Grande, Paraíba, Brazil. The experimental design was a randomized block in a 2×5 factorial scheme, consisting of two irrigation levels (100% and 40% of the crop's water requirement) and five doses of water-retaining polymer (0; 1.5; 3.5; 5.0; and 6.5 g dm⁻³ of soil). The application of the water-retaining polymer increased initial fluorescence up to a dose of 3.4 g dm⁻³ under full irrigation and up to 6.5 g dm⁻³ under water deficit conditions. However, maximum fluorescence, variable fluorescence, and the quantum efficiency of photosystem II were reduced with the application of the polymer.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum* L., drought, hydrogel.

INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), é uma das espécies mais cultivada em todo planeta, tendo na safra de 2023/2024, uma colheita de mais de 3,7 milhões de toneladas, elevando o Brasil como o maior produtor e exportador do mundo (ABRAPA, 2024). Contudo, a baixa disponibilidade hídrica vem sendo um dos principais fatores que acometem o desenvolvimento e a produtividade do algodoeiro na região semiárida brasileira, tal problemática se deve a vários fatores, incluindo chuvas limitadas, elevadas taxas de evapotranspiração anuais e baixa umidade relativa (Soares et al., 2020; Dantas et al., 2023).

Sob condições de escassez hídrica, as plantas sofrem distúrbios fisiológicos e metabólicos, no qual resultam em danos nos tecidos foliares e redução na eficiência fotossintética (Wang et al., 2023). Mediante a isso, surge a necessidade de técnicas capazes de minimizar os efeitos danosos oriundos do déficit hídrico, tal como a aplicação do polímero

hidroretentor, pois são capazes de absorver a água proveniente tanto da chuva quanto da irrigação, disponibilizando-a de forma gradual para o sistema radicular das plantas, permitindo o crescimento e produção das plantas, mesmo em condições de déficit hídrico (Shen et al., 2021). Diante disso, objetivou-se avaliar a eficiência fotoquímica do algodoeiro de fibra colorida ‘BRS Verde’ sob irrigação deficitária e aplicação de polímero hidroretentor.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais- CTRN, na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, nas coordenadas geográficas 07°15’18’’ de latitude Sul, 35°52’28’’ de longitude Oeste e altitude média de 550 m. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2×5 , correspondendo a duas lâminas de irrigação – LI (100 e 40% da necessidade hídrica da cultura) e cinco doses de polímero hidroretentor- PH (0,0; 1,5; 3,5; 5,0 e 6,5 g dm⁻³) com três repetições e uma planta por parcela. As lâminas de irrigação foram estabelecidas de acordo com estudos de Soares et al. (2023). Já as doses de polímero hidroretentor foram baseadas em pesquisa desenvolvida na produção da goiabeira (Pereira, 2017).

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos adaptados a lisímetros com capacidade de 20 L. Na extremidade do dreno no interior do lisímetro foi colocado uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) e 3 cm de brita para evitar a obstrução do material de solo. Os vasos foram preenchidos com 23,5 kg de solo, classificado como Neossolo Regolítico, de textura franco-arenosa, na profundidade de 0 a 30 cm, cujas características físico-químicas (Tabela 1) do solo foram determinadas de acordo com Teixeira et al. (2017). O hidrogel utilizado foi da marca Forth Gel®, um copolímero poliacrílico de potássio poliacrilamida, com capacidade de troca catiônica (CTC) 532,26 mmolc dm⁻³ e capacidade de retenção de água (CRA) 1.526,6900%.

Tabela 1. Atributos químicos e físico-hídricas do solo utilizado no experimento.

Características químicas									
pH (H ₂ O) (1:2, 5)	M.O (g dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	CEes (dS m ⁻¹)
5,4	17,62	2,92	0,28	0,04	1,87	1,7	0,2	2,85	0,72
Características químicas e físicas					Características hídricas				
PST	CTC	RASes	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (kPa)			
(%)	(cmolc kg ⁻¹)	(mmol L ⁻¹) ^{0,5}	Areia	Silte	Argila(dag kg ⁻¹)			
0,58	6,94		675,2	221,1	103,7	12,94		1519,9 kPa2	

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; 1,2 referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

O material foi submetido à hidratação por um período de 30 minutos conforme recomendações do fabricante e, posteriormente, foi condicionado no solo de acordo com cada tratamento estabelecido. Após a semeadura, manteve-se a umidade do solo no nível correspondente a capacidade de campo, em toda as unidades experimentais, e com 30 dias deu-se início a diferenciação das lâminas de irrigação.

A irrigação foi realizada, diariamente, aplicando-se, em cada recipiente, o volume de água correspondente a cada tratamento (40 e 100% da necessidade hídrica da cultura), determinados pelo balanço hídrico. A partir dos 30 dias após semeio (DAS), em intervalos de 20 dias realizaram-se as adubações em cobertura com NPK, seguindo as recomendações de Novais et al. (1991). Como fonte de nitrogênio, fósforo e potássio foram utilizados a ureia, fosfato monoamônico (MAP) e cloreto de potássio, respectivamente. As adubações com micronutrientes foram realizadas via foliar, com início aos 20 DAS nas faces adaxial e abaxial, considerando-se as exigências nutricionais da cultura na concentração de Dripsol micro na concentração de 1 g L⁻¹.

Aos 75 dias após a semeadura, realizou-se a análise de fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e a eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), por meio de um fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science O protocolo ocorreu após adaptação das folhas ao escuro por um período 30 min e às 7 horas da manhã, usando um clipe do equipamento. Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Quando significativos, realizou-se o teste de Tukey (p≤0,05) para os dados relativos as lâminas de irrigação, e análise de regressão polinomial linear e quadrática para as doses de polímero hidrotentor, utilizando o software estatístico SISVAR 5.6 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores polímero hidroretentor e lâminas de irrigação ($H \times L$) para fluorescência inicial (F_0) e fluorescência máxima (F_m). Para fatores isolados, houve significância para fluorescência variável e eficiência quântica do fotossistema II (FSII) aos 70 dias após a semeadura.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (F_0), máxima (F_m), variável (F_v) e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) em função de lâminas de irrigação (L) e doses de polímero hidroretentor (H).

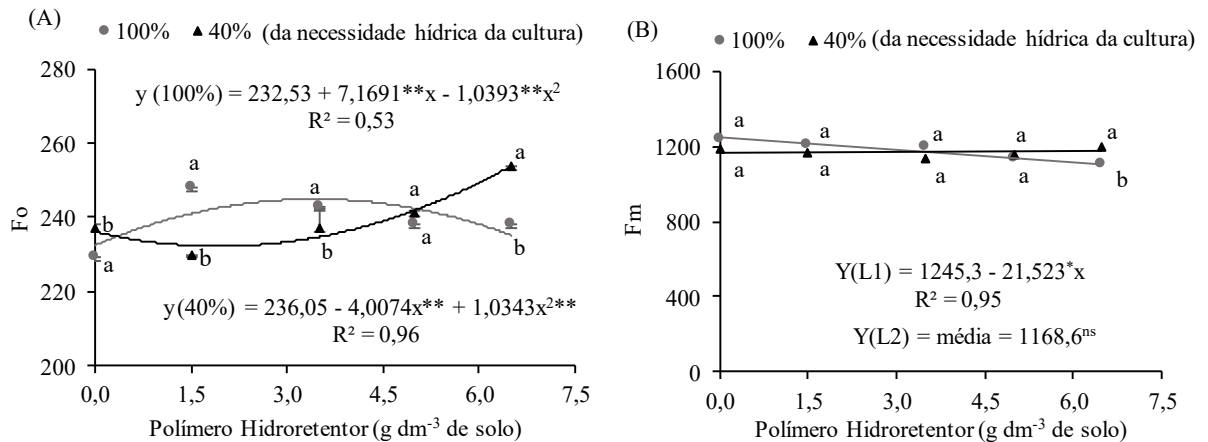
Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		F_0	F_m	F_v	F_v/F_m
Doses de polímero hidroretentor (H)	4	124,45**	4674,72 ^{ns}	6060,22*	$1,30 \times 10^{-5ns}$
Regressão linear	1	421,35**	16533,60*	22233,75**	$2,04 \times 10^{-3**}$
Regressão quadrática	1	270,32**	1866,86 ^{ns}	1933,44 ^{ns}	$5,80 \times 10^{-5ns}$
Lâminas de irrigação (L)	1	1,20 ^{ns}	240,83 ^{ns}	276,03 ^{ns}	$5,38 \times 10^{-4**}$
Interação ($H \times L$)	4	252,78**	7189,25*	5800,95 ^{ns}	$1,55 \times 10^{-4ns}$
$H \times L1$	4	148,17**	9974,90*	10471,73**	$5,77 \times 10^{-4**}$
$H \times L2$	4	229,07**	1889,07 ^{ns}	1389,43 ^{ns}	$1,17 \times 10^{-4ns}$
Blocos	3	19,763 ^{ns}	8614,23 ^{ns}	8163,70 ^{ns}	$1,60 \times 10^{-4ns}$
Resíduo	18	11,88	2234,23	2037,78	$5,60 \times 10^{-5}$
CV (%)	-	1,44	4,04	4,84	0,94

ns, **, * respectivamente, não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$; GL – Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação.

Observa-se que as doses do polímero hidroretentor influenciaram a fluorescência inicial, de forma quadrática, nas plantas submetidas a 100% da necessidade hídrica. O maior valor estimado de F_0 foi de 244,89, com tendência de aumento até a dose estimada de $3,4 \text{ g dm}^{-3}$ de solo do polímero hidroretentor. A partir desta dose, verificou-se redução na variável. Em relação ao tratamento testemunha, esse valor representar um incremento de 5,32%. O aumento da F_0 significa que houve danos no centro de reação do PSII, ou seja, redução da capacidade de transferência de energia de excitação da antena para o centro de reação (Lima et al., 2019; Lopes, 2016).

Por outro lado, nas plantas irrigadas com a lâmina 40% da necessidade da cultura, houve diminuição da F_0 na dosagem estimada de $1,9 \text{ g dm}^{-3}$ de solo do polímero, com valor médio de 232,16, representando uma diminuição de 1,64% em comparação com a testemunha. Conforme observado por Santos et al. (2021), o hidrogel contribui na mitigação dos danos aos centros de reação, mesmo em situação de baixa disponibilidade hídrica. Na dose de $6,5 \text{ g dm}^{-3}$ de solo do polímero, o maior valor estimado na F_0 , foi de 253,70, correspondendo a um aumento de 7,48% em relação a testemunha. A dose $5,0 \text{ g dm}^{-3}$ de solo do polímero hidroretentor não apresentou

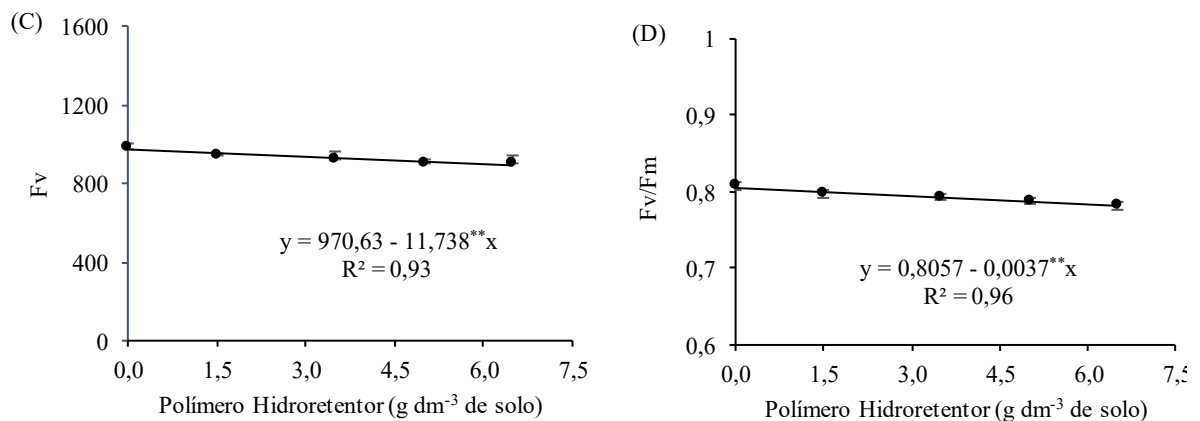
diferença estatística entre as lâminas de irrigação, enquanto as demais apresentaram diferenças significativas (Figura 1A).



Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 1. Fluorescência inicial - Fo (A), Fluorescência máxima- Fm (B), de algodão colorido BRS ‘Verde’ em função de doses de polímero hidroretentor e restrição hídrica aos 75 dias após a semeadura.

Para a fluorescência máxima (Figura 1B), apenas a dose de $6,5 \text{ g dm}^{-3}$ de solo do polímero apresentou diferença estatística entre as lâminas de irrigação, nas demais doses, não houve diferença significativa. Observou-se uma redução linear de 11,23% em Fm ao comparar o tratamento testemunha com a maior dose aplicada em plantas sob 100% Etr. Além disso, verificou-se que as plantas irrigadas com a lâmina de 100% apresentaram média superior (1175,35) em relação àquelas sob lâmina de 40% (1168,60).



Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 2. Fluorescência variável – Fv (A) e a eficiência quântica do fotosistema II - Fv/Fm (B), de algodão colorido BRS ‘Verde’ em função de doses de polímero hidroretentor aos 75 dias após a semeadura.

Em relação a fluorescência variável (Figura 2A), as doses do polímero hidroretentor apresentaram efeito linear. Observou-se uma redução de 7,86% em Fv, em comparação com as

que não receberam polímero hidroretentor com a maior dose, além de uma diminuição de 1,21% por incremento unitário das doses do polímero hidroretentor. Evidenciando que, a fluorescência variável está intimamente relacionada à variação de F_o e F_m . Além disso, esse efeito pode estar relacionado à deficiência na fotorredução da quinona A, causada pela inativação do PSII nas membranas dos tilacoides, e assim, compromete o fluxo de elétrons entre os fotossistemas, reduzindo a formação de NADPH, ATP e ferredoxina reduzida, o que limita a assimilação de CO_2 na fase bioquímica da fotossíntese (Lima et al., 2019; García-Sánchez et al., 2020). A eficiência quântica do fotossistema II (Figura 2B), também foi afetada linearmente pelas doses do polímero. Neste caso, a redução em F_v/F_m foi de 2,98% em comparação ao tratamento sem o polímero hidroretentor.

CONCLUSÕES

As doses de polímero hidroretentor aumentou a fluorescência inicial até a dose de 3,4 $g\ dm^{-3}$ sob irrigação plena e de 6,5 $g\ dm^{-3}$ sob déficit hídrico. A fluorescência máxima, fluorescência variável e a eficiência quântica do fotossistema II tiveram reduções com uso do polímero hidroretentor.

AGRADECIMENTO

Agradecimentos ao INCT 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

ABRAPA. Associação Brasileira dos Produtores de algodão. **Algodão no Mundo**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-07/brasil-ultrapassa-eua-e-ja-e-maior-exportador-de-algodao-do-mundo>. Acesso em 14 de Maio de 2025

DANTAS, M. V.; LACERDA, C. N.; ROQUE, I. A.; SILVA, F. A.; LIMA, G. S.; CHAVES, L. H. G.; SILVA, L. A. Morfofisiologia e componentes de produção de mini-melancia sob níveis de reposição hídrica e adubação nitrogenada. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 44, n. 4, p. 1235-1264, 2023.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, p.529-535, 2019.

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**. Brasília: Embrapa SEA. p. 189-225, 1991.

PEREIRA, E. C. **Diversidade genética, frequência de irrigação e concentrações de polímero hidrorretentor na produção de goiabeira**. Tese (Doutorado Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN, 2017.

SHEN, Y.; WANG, H.; LIU, Z.; LI, W.; LIU, Y.; LI, J.; WEI, H.; HAN, H. Fabrication of a water-retaining, slow-release fertilizer based on nanocomposite double-network hydrogels via ion-crosslinking and free radical polymerization. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, v. 93, p. 375-382, 2021.

SOARES, L. A. A.; DIAS, K. M. M.; NASCIMENTO, H. M.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, K. J. A.; SILVA, S. S. Estratégias de manejo do déficit hídrico em fases fenológicas do algodoeiro colorido. *Irriga*, v. 25, p. 656-662, 2020.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa. 2017.

WANG, J.; DING, Z.; ALOTAIBI, M. O.; HE, Y.; HUI, Y.; EISSA, M. A.; GHONEIM, A. M.; REKABY, S. A. Azolla (*Azolla pinnata*) mitigated water stress and enhanced fruit yield of mango plants (*Mangifera indica* L.) in arid-degraded soil. *Journal of Soil Science Plant Nutrition*, v, 23, p. 1173–1184, 2023.

LIMA, G. S. de; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SILVA, A. A. R. da. Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista de Ciências Agrárias*, v.42, p.214-225, 2019.

GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; SIMÓN-GRAO, S.; MARTÍNEZ-NICOLÁS, J.J.; ALFOSEA-SIMÓN, M.; LIU, C.; CHATZISSAVVIDIS, C.; PÉREZ-PÉREZ, J. G.; CÁMARA-ZAPATA,

J.M. Multiple stresses occurring with boron toxicity and deficiency in plants. **Journal of hazardous Materials**, v.397, e122713, 2020.

SANTOS, C. C., SILVERIO, J. M., SCALON, S. D. P; VIEIRA, M. D. C. Hydrogel and water regimes in the chlorophyll-a fluorescence and growth of *Campomanesia xanthocarpa* seedlings. **Engenharia Agrícola**, v. 41, p. 330-337, 2021.