

TROCAS GASOSAS NO ALGODEIRO ‘BRS JADE’ SOB IRRIGAÇÃO DEFICITÁRIA E POLÍMERO HIDRORETENTOR

Edilene Daniel de Araújo¹, Lauriane Almeida dos Anjos Soares², Geovani Soares de Lima³,
Kheila Gomes Nunes⁴, Denis Soares Costa⁵, André Alisson Rodrigues da Silva⁶

RESUMO: O algodoeiro de fibra colorida é uma cultura de grande relevância para o semiárido brasileiro, porém seu cultivo é limitado devido a estresses abióticos, sendo a escassez hídrica o principal fator que reduz a produção dessa cultura. Neste sentido, objetivou-se com este estudo avaliar o polímero hidroretentor como atenuante dos efeitos da restrição hídrica nas trocas gasosas do algodoeiro de fibra naturalmente colorida ‘BRS Jade’. O estudo foi desenvolvido em ambiente de casa de vegetação na Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, utilizando-se o delineamento em blocos casualizado, em esquema fatorial 2×5 , sendo duas lâminas de irrigação (100 e 40% da necessidade hídrica da cultura) e cinco doses de PH (0; 1,5; 3,5; 5,0 e 6,5 g dm⁻³ de solo) com três repetições e uma planta por parcela. A aplicação de polímero hidroretentor na dose de 4,8 g dm⁻³ de solo reduz a concentração interna de carbono do algodoeiro colorido ‘BRS Jade’. A restrição hídrica (40% da necessidade hídrica da cultura) reduz condutância estomática, taxa de assimilação de CO₂, transpiração e concentração interna de CO₂ do algodoeiro. A dose de 1,5 g dm⁻³ de solo minimiza os efeitos da irrigação deficitária sob condutância estomática e taxa de assimilação de CO₂ do algodoeiro sob restrição hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum* L.; déficit hídrico; condicionadores de solo

GAS EXCHANGE IN ‘BRS JADE’ COTTON PLANT UNDER DEFICIT IRRIGATION AND WATER RETENTION POLYMER

¹Licenciada em Biologia, Doutoranda em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail:safirabiologia@gmail.com.

² Profa.Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB.

³ Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB.

⁴ Eng. Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁵ Eng. Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁶ Prof.Doutor, Unidade Acadêmica de Agronomia, UFOPA, Juruti, PA.

ABSTRACT: Colored fiber cotton is a highly important crop for the Brazilian semiarid region. However, its cultivation is limited due to abiotic stresses, with water scarcity being the main factor reducing production. Therefore, this study aimed to evaluate water-retaining polymer as a mitigating factor for the effects of water restriction on gas exchange in naturally colored fiber cotton 'BRS Jade'. The study was conducted in a greenhouse at the Federal University of Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, using a randomized complete block design in a 2 × 5 factorial arrangement. The experiment consisted of two irrigation levels (100% and 40% of crop water requirements) and five pH rates (0; 1.5; 3.5; 5.0; and 6.5 g dm⁻³ of soil), with three replicates and one plant per plot. The application of a water-retaining polymer at a rate of 4.8 g dm⁻³ of soil reduces the internal carbon concentration of the colored cotton plant 'BRS Jade'. Water restriction (40% of the crop's water requirement) reduces stomatal conductance, CO₂ assimilation rate, transpiration, and internal CO₂ concentration of the cotton plant. A rate of 1.5 g dm⁻³ of soil minimizes the effects of deficit irrigation on stomatal conductance and CO₂ assimilation rate of cotton plants under water restriction.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum* L.; water deficit; soil conditioners

INTRODUÇÃO

O algodoeiro naturalmente colorido destaca-se por reduzir os impactos ambientais, pois dispensa a necessidade de tingimento dos fios e consumo excessivo de água provenientes do uso de corantes (VASQUES et al., 2020; WANG et al., 2025). Na Paraíba, sua produção concentra-se em assentamentos da reforma agrária, comunidades quilombolas e associações de agricultores familiares, localizados nos municípios de Juarez Távora, Salgado de São Felix, Remígio, São Bento e São João do Rio do Peixe/Poço José de Moura (RAMOS, 2022).

Todavia, o cultivo do algodoeiro sob condições de restrição hídrica resulta em reduções na condutância estomática, transpiração e concentração interna de CO₂ (SOARES et al., 2023). Em nível bioquímico, esse estresse pode aumentar a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), que causa danos às proteínas, DNA e lipídios, afetando negativamente o crescimento e a produtividade da planta (SHERI et al., 2023).

Nesse contexto, otimizar a eficiência do uso da água na produção agrícola por meio da utilização de condicionadores de solo, como os polímeros hidroretentores, que aumentam a disponibilidade de água para as plantas, é essencial para a conservação dos recursos hídricos. Esses polímeros retêm e liberam água para as plantas de forma gradativa, podendo aumentar

a eficiência da irrigação e reduzir os efeitos negativos do déficit hídrico (SILVA et al., 2024; SILVA et al., 2025). Neste sentido, objetivou-se com este estudo avaliar o polímero hidroretentor como atenuante dos efeitos da restrição hídrica nas trocas gasosas do algodoeiro de fibra naturalmente colorida ‘BRS Jade’.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola–UAEA, na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande, Paraíba, nas coordenadas geográficas 07°15'18" de latitude Sul, 35°52'28" de longitude Oeste e altitude média de 550 m.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2×5 , sendo duas lâminas de irrigação - LI (100 e 40% da necessidade hídrica da cultura) e cinco doses de polímero hidroretentor- PH (0; 1,5; 3,5; 5,0 e 6,5 g dm⁻³) com três repetições e uma planta por parcela, as doses do PH foram baseadas em estudo desenvolvido por Pereira (2017).

As plantas foram cultivadas em vasos adaptados como lisímetros de drenagem com capacidade de 20 L, os quais foram preenchidos com uma camada de 3 cm de brita e cobertos com tela de polipropileno. Em seguida, acondicionou-se um solo classificado como Neossolo Regolítico de textura franco-arenosa coletado na profundidade 0-30 cm, sendo incorporado o polímero hidroretentor Forth, um copolímero de poliacrilato de potássio poliacrilamida, com capacidade de troca catiônica (CTC) de 532,26 mmol_c dm⁻³ e capacidade de retenção de água (CRA) de 1.526,69%, sendo hidratado 24 horas antes da aplicação, conforme as recomendações do fabricante e incorporado ao solo conforme os tratamentos.

Foram semeadas cinco sementes por lisímetro a 2 cm de profundidade distribuídas de forma equidistante. Aos 15 dias após semeadura (DAS), foi realizado o desbaste, sendo mantida apenas uma planta. Após a semeadura, as irrigações foram realizadas, diariamente, às 17 h com 100% da necessidade hídrica da cultura, até o surgimento da terceira folha definitiva, iniciando-se a diferenciação das lâminas de irrigação. O volume de água correspondente a cada lâmina de irrigação foi determinado pelo balanço hídrico, considerando o volume de água aplicado às plantas (Va) no dia anterior menos o volume drenado (Vd), quantificado na manhã do dia seguinte e a fração de lixiviação (FL), estimada em 10%, a cada 7 dias, nas plantas sob irrigação com 100% da necessidade hídrica.

Ao 30 DAS, iniciou-se a adubação com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) conforme recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado o equivalente a 100, 300 e 150

mg kg⁻¹ de solo de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, via fertirrigação, divididas em três aplicações a cada 20 dias. Como fonte de macronutrientes foi utilizada a ureia para N, fosfato monoamônico (MAP) para P e K₂O como fonte de K. Aos 20 DAS, nas faces adaxial e abaxial, houve aplicações semanais de micronutrientes, por via foliar, utilizando o composto Dripsol micro (Mg^{2+} = 1,1%; B = 0,85 %; Cu (Cu-EDTA) = 0,5%; Fe (Fe- EDTA) = 3,4 %; Mn (Mn- EDTA) = 3,2%; Mo = 0,05%; Zn = 4,2%; 70% de agente quelante EDTA) na concentração de 1 g L⁻¹.

Os atributos químicos e físico-hídricos do solo utilizado no experimento estão apresentados na Tabela 1.

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

Atributos químicos								
pH (H ₂ O)	M.O	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
(1:2, 5)	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)(cmol _c kg ⁻¹)
5,40	17,62	2,92	0,28	0,04	1,87	1,70	0,20	0,85
Atributos químicos					Atributos físico-hídricos			
CEes	CTC	RASes	PST	Fração kg ⁻¹)	granulométrica	(g/ kg ⁻¹)	Umidade (dag kg ⁻¹)	
(dS m ⁻¹)	Cmolckg ⁻¹	(nmol L ⁻¹) ^{0,5}	(%)	Areia	Silte	Argila	33,42KP ¹	1519,5Ka ²
0,72	6,94	0,03	0,58	675,2	221,1	103,7	5,32	7,66

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 1M pH 7,0; Al³⁺ e H⁺ extraídos com CaOAc 0,5 M pH 7,0; CEes-condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC-capacidade de troca catiônica; RASes-relação de adsorção de sódio do extrato de saturação;PST-porcentagem de sódio trocável;1 e 2 refere-se à capacidade de campo e ponto de murcha permanente, respectivamente.

Fonte:Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG/PB

Aos 60 DAS, foram avaliadas às 7 :00 horas da manhã, a condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO₂ (Ci) e taxa de assimilação de CO₂ (A), utilizando um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a p ≤ 0,05 e, quando significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para as doses do polímero hidroretentor e teste de Tukey para lâminas de irrigação, utilizando-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo da interação entre as lâminas de irrigação (LI) e as doses do polímero hidroretentor (PH) sobre a condutância estomática e taxa de assimilação de CO₂.

De forma isolada as lâminas de irrigação e as doses do polímero hidroretentor afetaram significativamente ($p \leq 0,05$), a concentração interna de CO₂ e transpiração do algodoeiro ‘BRS Jade’ (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância da condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO₂ (Ci) e taxa de assimilação de CO₂ (A) algodoeiro de fibra colorida ‘BRS Jade’ sob lâminas de irrigação (LI) e aplicação de polímero hidroretentor aos 60 dias após a semeadura.

Fonte de variação (FV)	Quadrado médio				
	GL	gs	E	Ci	A
Lâminas de irrigação (LI)	1	0,007*	1,41**	5096,03**	217,83**
Polímero hidroretentor (PH)	4	0,006**	0,63**	2787,87**	17,36**
Regressão linear	1	0,022**	2,43**	7981,07**	0,761ns
Regressão quadrática	1	0,002**	0,062ns	3169,71**	62,71**
Interação (LI × PH)	4	0,012**	0,091ns	300,20ns	50,82**
Blocos	2	0,001ns	0,482ns	147,23ns	1,88ns
Resíduo	18	0,0006	0,11	156,67	3,29
CV (%)		7,85	10,18	6,13	9,27

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

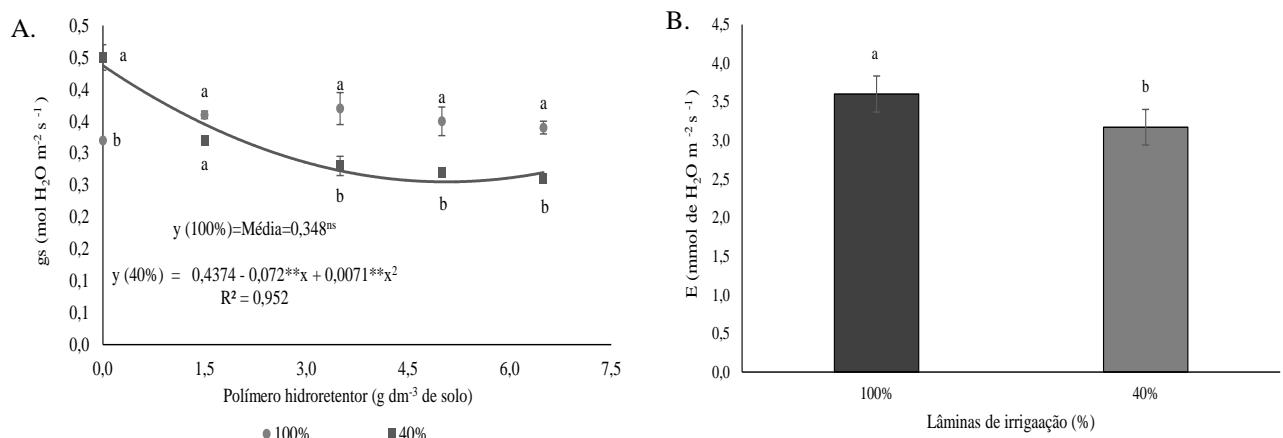
As plantas do tratamento testemunha apresentaram o maior valor estimado de condutância estomática (0,44 mol H₂O m⁻² s⁻¹) nas plantas sob irrigação deficitária. Para gs, constatou-se que não houve diferença significativa entre as lâminas de irrigação para as plantas submetidas à dose de 1,5 g dm⁻³ de solo, enquanto os demais tratamentos diferiram estatisticamente, com acréscimo nas plantas sob irrigação plena de 32,14;29,63 e 30,77% nas doses de 3,5;5,0 e 6,5 dm⁻³ de solo, respectivamente quando comparadas as plantas irrigadas com 40% da necessidade hídrica da cultura (Figura 1A).

Constata-se, que as lâminas de irrigação diferiram estatisticamente para E (Figura 1B), sendo que a lâmina correspondente a 100% da necessidade hídrica da cultura resultou na maior média (3,60 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹). Comparativamente, houve uma redução de 11,94% (0,43 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹) em relação às plantas submetidas a menor lâmina de irrigação (40% da necessidade hídrica).

Esses resultados corroboram aos constatados por Souza et al. (2024) que observaram redução da gs em plantas de morango (*Fragaria x ananassa* Duch) com o aumento das doses do polímero hidroretentor. Conforme os autores, embora o uso do polímero aumente a disponibilidade de água no substrato, essa água pode não estar prontamente acessível às plantas, podendo resultar em diminuições na condutância estomática.

O déficit hídrico induz o acúmulo de ácido abscísico (ABA), hormônio que promove o fechamento estomático, resultando na redução das trocas gasosas e na inibição da fotossíntese (TAIZ et al.,2017). Em um estudo conduzido por Marques et al. (2021), verificou-se que o

déficit hídrico reduziu a gs e E em plantas de milho em relação àquelas cultivadas sob irrigação adequada.



As médias seguidas por letras iguais não diferem entre si para as lâminas de irrigação, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ns, ** respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,05$.

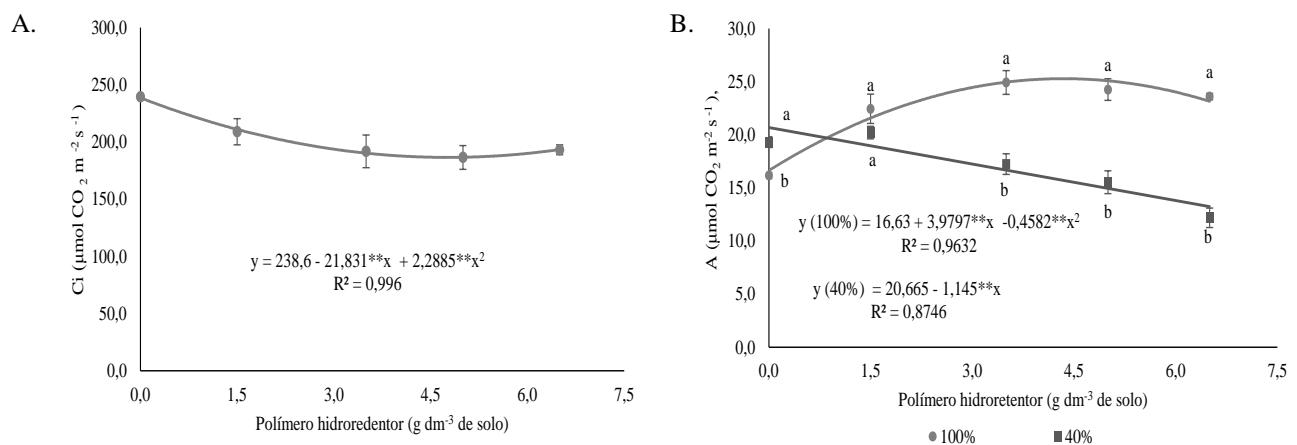
Figura 1. Condutância estomática – gs (A) e transpiração – E (B) do algodoeiro de fibra colorida 'BRS Jade' sob lâminas de irrigação (100 e 40% da necessidade hídrica da cultura) e aplicação de polímero hidroretentor aos 60 dias após a semeadura.

Observa-se que a concentração interna de CO_2 (Ci) foi afetada de forma quadrática pelas doses do polímero hidroretentor (Figura 2A), cujo maior valor estimado de Ci ($238,60 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) foi observado nas plantas sem aplicação de polímero hidroretentor. Em contrapartida, as plantas submetidas à dose estimada de $4,8 \text{ g dm}^{-3}$ de solo registraram o menor valor de Ci ($186,54 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), resultando em uma redução de 21,82% em relação às plantas cultivadas sem aplicação de PH.

Na Figura 2B, observa-se que a taxa de assimilação de CO_2 (A) das plantas sob irrigação de 100% da necessidade da cultura aumentou até a dose estimada de $4,3 \text{ g dm}^{-3}$ de solo, com valor máximo estimado de $25,27 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, representando incremento de 34,19% ($8,65 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em relação às plantas sem aplicação do polímero hidroretentor. As plantas submetidas à lâmina de irrigação de 40% apresentaram redução linear de 5,54% por incremento unitário da dose do polímero, resultando em decréscimo de 36,02% ($7,44 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ao comparar a testemunha com a maior dose ($6,5 \text{ g dm}^{-3}$ de solo). Além disto, entre as lâminas de irrigação verifica-se superioridade da lâmina de irrigação com 100% da necessidade hídrica, porém não diferiram estatisticamente na dose $1,5 \text{ g dm}^{-3}$ de solo (Figura 2B).

Silverio et al. (2024) verificaram, em folhas de mudas de pessegoiro-do-mato (*Eugenia myrcianthes* Nied.), menores valores de Ci e A quando cultivadas sob restrição hídrica (1º P0:

21 dias) e com a aplicação do polímero hidroretentor em relação às mudas que foram irrigadas diariamente.



As médias seguidas por letras iguais não diferem entre si para as lâminas de irrigação, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ns, ** respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,05$.

Figura 2. Concentração interna de CO_2 – Ci (A) e taxa de assimilação de CO_2 – A (B) do algodoeiro de fibra colorida ‘BRS Jade’ sob lâminas de irrigação (100 e 40% da necessidade hídrica da cultura) e aplicação de polímero hidroretentor aos 60 dias após a semeadura.

CONCLUSÕES

A aplicação de polímero hidroretentor nas doses de 4,8 e 6,5 g dm^{-3} de solo reduziu a concentração interna de carbono e a taxa de assimilação de CO_2 do algodoeiro colorido ‘BRS Jade’. A restrição hídrica (40% da necessidade hídrica da cultura) reduziu a condutância estomática, taxa de assimilação de CO_2 , transpiração e concentração interna de CO_2 do algodoeiro. A dose de 1,5 g dm^{-3} de solo mitigou os efeitos da irrigação deficitária sob condutância estomática e taxa de assimilação de CO_2 .

AGRADECIMENTOS

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

- 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.
- MARQUES, D. M.; MAGALHÃES, P. C.; MARRIEL, I. E.; GOMES JÚNIOR, C. C.; SILVA, A. B. da.; SOUZA, T. C. de. Gas exchange, root morphology and nutrients in maize plants inoculated with *Azospirillum brasiliense* cultivated under two water conditions. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 64, e21190580, 2021.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA, 1991. p. 189-253.
- PEREIRA, E. C. **Diversidade genética, frequência de irrigação e doses de polímero hidrorretentor na produção de goiabeira**. Tese (Doutorado Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN, 2017, 93p.
- RAMOS, J. E. S. **Perspectivas e relacionamentos na rede de produção do algodão naturalmente colorido na paraíba: uma análise da cadeia de suprimentos têxtil e de moda sustentável**. Tese (Doutorado em Agronegócios). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2022. 189 p.
- SILVA, D. A. da.; ARRUDA, R. da S.; QUEIROZ, D. dos S.; MOURA, M. M.; SILVA, A. O. da; COSTA, R. N. T.; BEZERRA, M. A. Irrigation strategies and soil conditioning on thermal index and yield of cherry tomato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.29, e280430, 2025.
- SILVA, J. S.; BRAULIO, C. da S.; JESUS, D. S. de.; LEITE, E. da S.; NÓBREGA, R. S. A.; MARTINS, R. P.; NÓBREGA, J. C. A. Hidrogel associado a níveis de umidade do solo no cultivo de *Eucalyptus urograndis*. **Ciência Florestal**, v. 34, e73403, 2024.
- SILVERIO J.M.; SANTOS, J.K.V. dos.; SILVA M.S da; SCALON, S. de P.Q.; SANTOS C.C.; REIS, L.C.; LINNÉ, J.A. Does hydrogel help in the mitigation and recovery of *Eugenia myrcianthes* Nied. under water stress? **Revista Caatinga**, v.37, e12000, 2024.
- SOARES, L.A. dos A.; FELIX, C.M.; LIMA, G.S de.; GHEYI, H.R.; SILVA, L. de A.; FERNANDES, P.D. Gas exchange, growth, and production of cotton genotypes under water deficit in phenological stages. **Revista Caatinga**, v.36, p.145–157, 2023.
- SOUSA, J. T. M. de; SOUSA, A. B. O. de; ROSAL, G. B.; LIMA JUNIOR, J. C. de; LACERDA, C. F. de; OLIVEIRA, A. M. S. de. Gas exchanges and thermal index of strawberry cultivars grown under hydrogel doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 28, e280160, 2024.

SHERI, V.; KUMAR, M.; JACONIS, S.; BAOHONG ZHANG, B. Antioxidant defense in cotton under environmental stresses: Unraveling the crucial role of a universal defense regulator for enhanced cotton sustainability. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 204, p.1-13, 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6^a Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

VASQUES, R. S.; SILVA, A. B. P. da; KLEIN, C. S.; MAIA, E. R. B.; FORTUNATO, F. de S.; ANDRADE, K.; BRITO, M. R. P. de; DIAS, R. de C. R. Techidoteca: Study on the culture of the textile, clothing and accessories produced with brazilian organic colored cotton. **Brazilian Journal of Development**, v.6, p.95481–95494, 2020.

WANG, Y.; HE, Y.; ZHAI, Y.; AL-BABILI, S.; MIAO, Y.; JIA, K-P. Perspectives on developing natural colored cotton through carotenoid biofortification. **New Crops**, v.2, p.1-9, 2025.