

TEORES DE CLOROFILA EM CULTIVARES DE ALGODOEIRO SUBMETIDOS A DÉFICIT HÍDRICO

Ana Paula Nunes Ferreira¹, Lauriane Almeida dos Anjos Soares², Reginaldo Gomes Nobre³,
Flavia de Sousa Almeida⁴, Geovani Soares de Lima⁵, Wellington Alves Guedes⁶

RESUMO: O algodoeiro é uma das culturas de maior importância socioeconômica no mundo. No entanto, visando a limitação de recursos hídricos em algumas regiões, pesquisas sobre variedades que apresentem tolerância à seca são essenciais conforme os recursos hídricos se tornem limitados. Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho foi avaliar o teor de clorofila *a*, *b* e total das plantas de algodoeiro de fibra colorida cultivado sob frequências de irrigação. A pesquisa foi desenvolvida em campo e os tratamentos distribuídos em delineamento experimental em blocos ao acaso, esquema fatorial 3 × 4, sendo três cultivares de algodoeiro (BRS Rubi, BRS Jade e BRS Safira) e quatro frequências (3, 6, 9 e 12 dias), com 3 repetições e vinte plantas por parcela. As cultivares BRS Rubi, BRS Jade e BRS Safira apresentaram reduções nos teores de clorofila *a* e clorofila total com o aumento das frequências de irrigação. Para clorofila *b*, constatou-se variação entre as cultivares, com maiores valores observados na BRS Jade nas maiores frequências de irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: Pigmentos fotossintéticos; Frequência de irrigação; fisiologia da planta.

CHLOROPHYLL CONTENT IN COTTON CULTIVARS SUBJECTED TO WATER DEFICIT

ABSTRACT: Cotton is one of the most socioeconomically important crops worldwide. However, given the limited water resources in some regions, research on drought-tolerant

¹ Doutoranda, Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, Mossoró, RN, Brasil. Fone: (83) 99826-1659. e-mail: Paula-nf@hotmail.com.

² Profª. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, Brasil.

³ Prof. Doutor, Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil.

⁴ Mestranda, Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, Brasil.

⁵ Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, Brasil.

⁶ Doutor, Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil.

varieties is essential as water resources become limited. Therefore, this study aimed to evaluate the chlorophyll *a*, *b*, and total chlorophyll content of colored fiber cotton plants grown under varying irrigation frequencies. The research was conducted in the field, and treatments were distributed in a randomized complete block design, in a 3×4 factorial arrangement, with three cotton cultivars (BRS Rubi, BRS Jade, and BRS Safira) and four irrigation frequencies (3, 6, 9, and 12 days), with three replicates and twenty plants per plot. The cultivars BRS Rubi, BRS Jade, and BRS Safira showed reductions in chlorophyll *a* and total chlorophyll content with increasing irrigation frequencies. For chlorophyll *b*, variation was observed between cultivars, with higher values observed in BRS Jade at higher irrigation frequencies.

KEYWORDS: Photosynthetic pigments; irrigation frequency; plant physiology.

INTRODUÇÃO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das culturas mais significativas do ponto de vista socioeconômico no mundo, sendo cultivado extensivamente em regiões semiáridas, onde a escassez hídrica é um dos principais obstáculos à produtividade (Araújo et al., 2022). A indisponibilidade hídrica impacta diretamente os processos fisiológicos e bioquímicos fundamentais nas plantas, especialmente os relacionados à fotossíntese, como a preservação dos pigmentos fotossintéticos e o funcionamento do sistema fotossintético (Taiz et al., 2017).

Estudos sobre a resistência ou à adaptação das plantas à falta de água e sobre as variedades com maior resistência ao estresse hídrico, são fundamentais para reduzir as limitações da produção agrícola diante dos desafios ambientais atuais (Wang et al., 2024). As plantas desenvolvem mecanismos de resistência ao estresse para neutralizar os danos causados pela seca, o que pode permitir que completem seus ciclos de vida (Ahammed et al., 2020).

No entanto, a demanda por variedades que apresentem tolerância à seca aumentará conforme os recursos hídricos se tornem limitados. Pesquisas recentes sobre algodoeiro demonstram que plantas em situações de estresse hídrico há redução significativa nos teores de clorofila *a*, *b* e total, evidenciando o impacto negativo dessas condições ambientais no metabolismo fotossintético da planta (Parkash et al., 2024).

Portanto, a quantificação dos pigmentos fotossintéticos, especialmente da clorofila, é um indicador relevante da capacidade de adaptação das cultivares ao estresse hídrico, podendo ajudar na seleção de genótipos tolerantes e na melhoria de estratégias de manejo. Diante disso,

objetivou-se avaliar o teor de clorofila *a*, *b* e total das plantas de algodoeiro de fibra colorida cultivado sob frequências de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no município de São Domingos, PB, na Fazenda experimental Rolando Enrique Rivas Castellón, pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal–Paraíba, Brasil. O clima da região, segundo a classificação de Köppen adaptada ao Brasil, é do tipo tropical semiárido (Bsh), com temperatura média anual superior a 26,7 °C e precipitação pluviométrica média anual de 872 mm (Coelho; Soncin, 1982). Os dados meteorológicos registrados durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1.

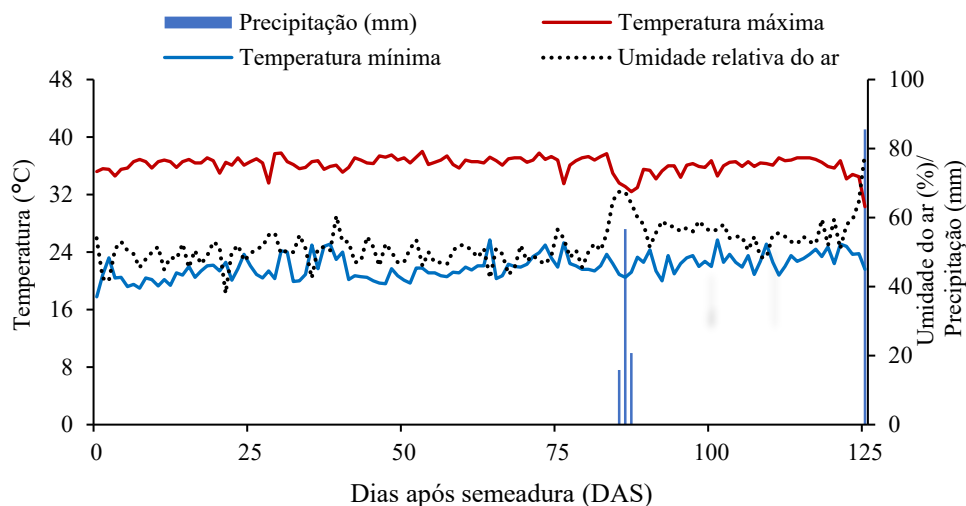


Figura 1. Dados climáticos de precipitação, temperatura máxima, temperatura mínima e umidade relativa do ar (%) durante o período experimental.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento experimental em blocos ao acaso, esquema fatorial 3×4 , sendo três cultivares de algodoeiro (BRS Rubi, BRS Jade e BRS Safira) e quatro frequências (3, 6, 9 e 12 dias), com 3 repetições e vinte plantas por parcela. A unidade experimental foi constituída de 4 fileiras, cada linha com 32 m, com 120 plantas por fileira. Com um espaçamento de 1 m entre linhas e 0,3 m entre plantas, 2 m entre cultivares e 1 m de plantas no entorno, utilizadas como bordadura.

No preparo do solo foi realizada uma aração seguida de gradagem, visando o destorroamento e nivelamento da área. Posteriormente, foram coletadas amostras de solo na

profundidade de 0 a 30 cm, formando uma amostra homogênea de 500 gramas de solo, para determinação das características químicas (Tabela 1), conforme metodologia proposta por Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Atributos químicos do solo utilizado no experimento antes da aplicação dos tratamentos.

Características químicas										
CEes	pH (H ₂ O)	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC	PST
(dS m ⁻¹)	(1:2,5) (mg/dm ⁻³) cmol _c kg ⁻¹			(%)
0,12	7,30	7,3	313,9	90,0	7,20	2,70	0	0	11,09	4

pH – Potencial hidrogeniônico, 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; PST - Percentagem de sódio trocável.

Após o preparo da área, foi realizado o semeio, feito a abertura das covas de forma manual e foram distribuídas seis sementes por cova, a uma profundidade de 3 cm. Aos 22 dias após semeadura (DAS), foi realizado o desbaste, deixando uma planta por cova. A umidade do solo foi mantida no nível equivalente à capacidade de campo, em todas as parcelas experimentais, até o início da aplicação dos tratamentos, aos 30 DAS.

Em função dos resultados da análise química do solo as adubações foram realizadas em três épocas. A primeira, em fundação, com aplicação de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O), na forma de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, a segunda e terceira, em cobertura, efetuadas aos 40 e 60 DAS, com aplicação de nitrogênio e potássio, respectivamente, conforme recomendação para algodoeiro (Cavalcante et al., 2008).

Para melhorar a nutrição das plantas e suprir possíveis deficiências de micronutrientes, foram realizadas adubações foliares no início da fase de florescimento, aos 45 DAS e aos 60 DAS nos experimentos, com um produto comercial contendo: N-15%; P₂O₅ - 15%; K₂O - 15%; Ca - 1%; Mg - 1,4%; S - 2,7%; Zn - 0,5%; B - 0,05%; Fe - 0,5%; Mn - 0,05%; Cu - 0,5% e Mo - 0,02%. Foi utilizado um sistema de irrigação localizada, composto por fita gotejadora, com emissores espaçados a cada 0,3 m, diâmetro de 16 mm e vazão de 1,9 L h⁻¹.

As irrigações foram realizadas de acordo com a frequência, seguindo o modelo Hargreaves & Samani (1985) para determinação da evapotranspiração de referência (ET_o), de acordo com a temperatura. Aos 60 DAS, quantificaram-se os pigmentos fotossintéticos (clorofila *a*, *b* e total) obtidos pelo método não destrutivo, utilizando clorofilômetro portátil (ClorofiLOG[®], modelo CFL 2060, Porto Alegre, RS), com os valores dimensionados em índice de clorofila Falker (ICF). Os dados foram avaliados pelo teste 'F', com comparação de médias,

teste de Tukey ($p \leq 0,05$), para as cultivares e regressão para as frequências de irrigação, com auxílio do software Sisvar[®] (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

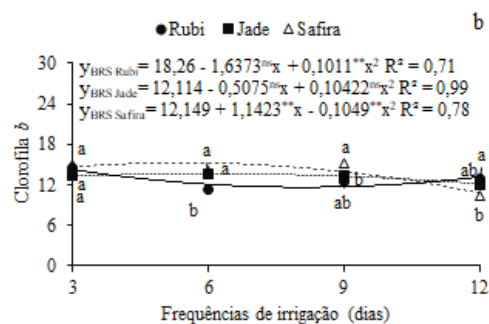
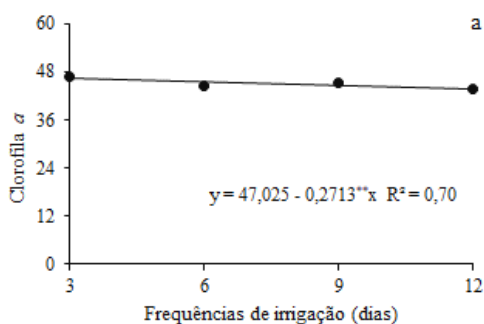
Conforme a análise de variância, constata-se efeito significativo da interação entre as cultivares e frequências de irrigação para clorofila *b* (Cl *b*). Constatou-se para clorofila *a* (Cl *a*) e total (Cl total), efeito significativo para fator isolado, frequências de irrigação (Tabela 1).

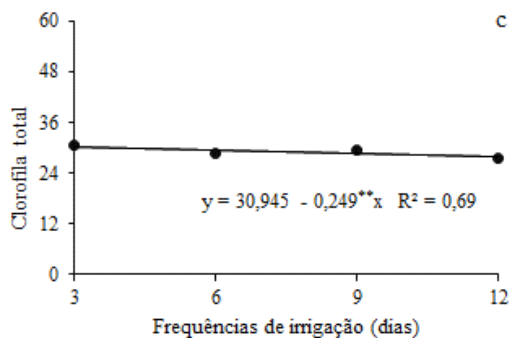
Tabela 1: Resumo da análise de variância referente à clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*) e clorofila total (Cl total) em função das cultivares (C) e frequências de irrigação (FRE) de algodão de fibra naturalmente colorida, aos 60 DAS.

FV	GL	Quadrados Médios		
		Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Cl total
Cultivares (C)	2	0,08 ^{ns}	2,17 ^{ns}	0,46 ^{ns}
Frequências (FRE)	3	14,14*	10,55**	12,08**
C × FRE	6	3,52 ^{ns}	5,83**	4,51 ^{ns}
BLOCO	2	7,17	2,51	4,29
ERRO	22	4,36	1,06	2,16
CV (%)	-	4,64	7,81	5,05

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

Para os teores de clorofila *a* e total apresentaram tendência linear decrescente (Figura 1A e 1C), indicando redução no teor de pigmentos fotossintéticos com aumento do intervalo entre as frequências de irrigação, com decréscimo estimado em 0,27 e 0,25 ICF, correspondendo a 0,59 e 0,83%, respectivamente, por aumento unitário. Alharbi et al. (2023) também verificaram diminuição significativa nos pigmentos em algodoeiro produzidos com vermicomposto, cianobactérias e intervalos de irrigação, quando submetidas ao intervalo de 14 para 28 dias, indicando redução na eficiência fotossintética da planta.





ns e ** representam respectivamente, não significativo e significativo em $p \leq 0,01$ pelo teste 'F'. Letras minúsculas iguais indicam que não há diferença entre as cultivares (Tukey, $p \leq 0,05$).

Figura 1. Clorofila *a* e clorofila total de plantas de algodoeiro naturalmente colorido em função das frequências de irrigação. Clorofila *b* de plantas de cultivares de algodão naturalmente colorido cultivados sob frequências de irrigação.

A clorofila *b*, apresentou redução dos teores de pigmentos fotossintéticos conforme aumento das frequências de irrigação na BRS Rubi, com pequeno acréscimo a partir na frequência de 9 dias. Já a BRS Jade, observou-se maior valor estimado (20,74 ICF) na frequência de 12 dias, correspondendo a 80,11%, quando comparado com o menor valor (11,51 ICF) no turno de 3 dias. Na BRS Rubi e BRS Safira, os maiores teores constatou-se nas frequências de 3 dias (14,26 e 15,24 ICF), os menores teores (11,63 e 10,75 ICF) nas frequências de 8 e 12 dias, respectivamente. Na cultivar BRS Safira o maior valor estimado (15,24 ICF) foi obtido na frequência de irrigação de 5 dias e o menor valor estimado na frequência de 12 dias (10,75 ICF), correspondendo a 29,45% de decréscimo.

No desdobramento da interação todas as cultivares nas frequências de irrigação de 3 dias não apresentaram diferença estatística. A BRS Rubi nas frequências de 3 e 6 dias apresentou o menor teor de clorofila de *b* quando comparada com as cultivares BRS Jade e Safira. Nas frequências de irrigação de 9 e 12 dias, a BRS Safira apresentou maior teor de pigmentos na frequência 9 dias, enquanto BRS Rubi na frequência de 12 dias, já a BRS Jade não apresentou diferença estatística entre as duas cultivares. Iqbal et al. (2020) estudando sobre alta concentração de nitrogênio no aumento da tolerância ao estresse hídrico em algodoeiro, também constataram que o estresse hídrico reduziu os conteúdos de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total.

CONCLUSÕES

As cultivares BRS Rubi, BRS Jade e BRS Safira apresentaram reduções nos teores de clorofila *a* e clorofila total com o aumento das frequências de irrigação.

Para clorofila *b*, constatou-se variação entre as cultivares, com maiores valores observados na BRS Jade nas maiores frequências de irrigação.

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

Ahammed, G. J.; Li, X.; Liu, A.; Chen, S. Brassinosteroids in plant tolerance to abiotic stress. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 39, p. 1451-1464, 2020.

Alharbi, K.; Hafez, E. M.; Omara, A. E.; Osman, H. S. Mitigating Osmotic Stress and Enhancing Developmental Productivity Processes in Cotton through Integrative Use of Vermicompost and Cyanobacteria. **Plants**, v. 12, n. 9, p. 1872, 2023.

Araújo, A. F. B. de; Cavalvante, E. S.; Lacerda, C. F.; Albuquerque, F. A. de; Sales, J. R. da S.; Lopes, F. B.; Ferreira, J. F. da S.; Costa, R. N. T.; Lima, S. C. R. V.; Bezerra, M. A.; Gheyi, H. R. Fiber Quality, Yield, and Profitability of Cotton in Response to Supplemental Irrigation with Treated Wastewater and NPK Fertilization. **Agronomy**, v. 12, n. 10, 2022.

Cavalcanti, F. J. de A. (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2a. aproximação**. 2 ed. rev. Recife: IPA, 2008. 212p.

Coelho, M.A.; Soncin, N.B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 368p., 1982.

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.

Iqbal, A.; Dong, Q.; Wang, X.; Gui, H.; Zhang, H.; Zhang, X.; Song, M. High nitrogen enhance drought tolerance in cotton through antioxidant enzymatic activities, nitrogen metabolism and osmotic adjustment. **Plants**, v. 9, n. 178, p. 1-22, 2020.

Hargreaves, G. H.; Samani, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 01, n. 02, p. 96-99, 1985.

Parkash, V; Snider, J. L.; Virk, G.; Dhillon, K. K.; Lee, J. M. Diffusional and Biochemical Limitations to Photosynthesis Under Water Deficit for Field-Grown Cotton. **Original Research**, v. 176, p. n. 2, 2024. <https://doi.org/10.1111/ppl.14281>

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., Murphy. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Artmed, Porto Alegre, Brazil. P. 858, 2017.

Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 2017.