

## **TROCAS GASOSAS E PRODUÇÃO DE GENÓTIPOS DE ALGODÃO COLORIDO SOB DÉFICIT HÍDRICO NAS FASES FENOLÓGICAS**

Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>1</sup>, Charles Macedo Felix<sup>2</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>3</sup>,  
Marcos Denilson Melo Soares<sup>2</sup>, Luderlandio de Andrade Silva<sup>4</sup>, Pedro Dantas Fernandes<sup>3</sup>

**RESUMO:** No Nordeste do Brasil, a cotonicultura tem se destacado como uma das atividades agrícolas de maior importância, pelo fato de sua fibra possuir várias aplicações na indústria, além de ser uma cultura absorvedora de mão-de-obra. Assim, objetivou-se avaliar a fisiologia e produção de genótipos de algodoeiro colorido sob déficit hídrico durante as diferentes fases fenológicas. As plantas foram conduzidas em lisímetros sob condições de campo, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, na cidade de Pombal-PB. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial  $3 \times 3$ , sendo três genótipos de algodão de fibra colorida (BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Safira) irrigados sob déficit hídrico durante as três fases de desenvolvimento da cultura (vegetativa, floração e frutificação). A irrigação com déficit hídrico durante as fases de floração e frutificação reduz significativamente as trocas gasosas dos genótipos de algodoeiro. O BRS Jade destaca-se pela maior produção de algodão em pluma. A massa de algodão em pluma do algodoeiro não teve sua produção comprometida pelo déficit hídrico durante a fase vegetativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gossypium hirsutum* L., índices fisiológicos, produção

## **GAS EXCHANGES AND PRODUCTION OF COLORED COTTON GENOTYPES UNDER WATER DEFICIT IN THE PHENOLOGICAL PHASES**

**ABSTRACT:** In the Northeast of Brazil, cotton growing has been highlighted as one of the most important agricultural activities, due to the fact that its fiber has several applications in

---

<sup>1</sup> Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58840-000, Pombal, PB. E-mail: lauriane.soares@pq.cnpq.br

<sup>2</sup> Discente do Curso de Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58840-000, Pombal, PB. E-mail: charlesmacedo072@gmail.com; marquinhosigt078@gmail.com

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: geovani.soares@pq.cnpq.br; pedrodantasfernandes@gmail.com

<sup>4</sup> Pós-Doutorando Júnior (PDJ), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: luderlandioandrade@gmail.com

industry, in addition to being a labor-absorbing culture. Thus, the objective was to evaluate the physiology and production of colored cotton genotypes under water deficit during different phenological phases. The plants were conducted in lysimeters under field conditions, at the Center for Agrifood Science and Technology belonging to the Federal University of Campina Grande, in the city of Pombal-PB. The design used was a randomized block design in a  $3 \times 3$  factorial scheme, with three colored fiber cotton genotypes (BRS Rubi, BRS Topázio and BRS Safira) irrigated under water deficit during the three stages of crop development (vegetative, flowering and fruiting). Irrigation with water deficit during the flowering and fruiting phases significantly reduces the gas exchange of cotton genotypes. BRS Jade stands out for its greater production of cotton lint. The cotton lint mass of cotton did not have its production compromised by water deficit during the vegetative phase.

**KEYWORDS:** *Gossypium hirsutum* L., physiological indices, production

## INTRODUÇÃO

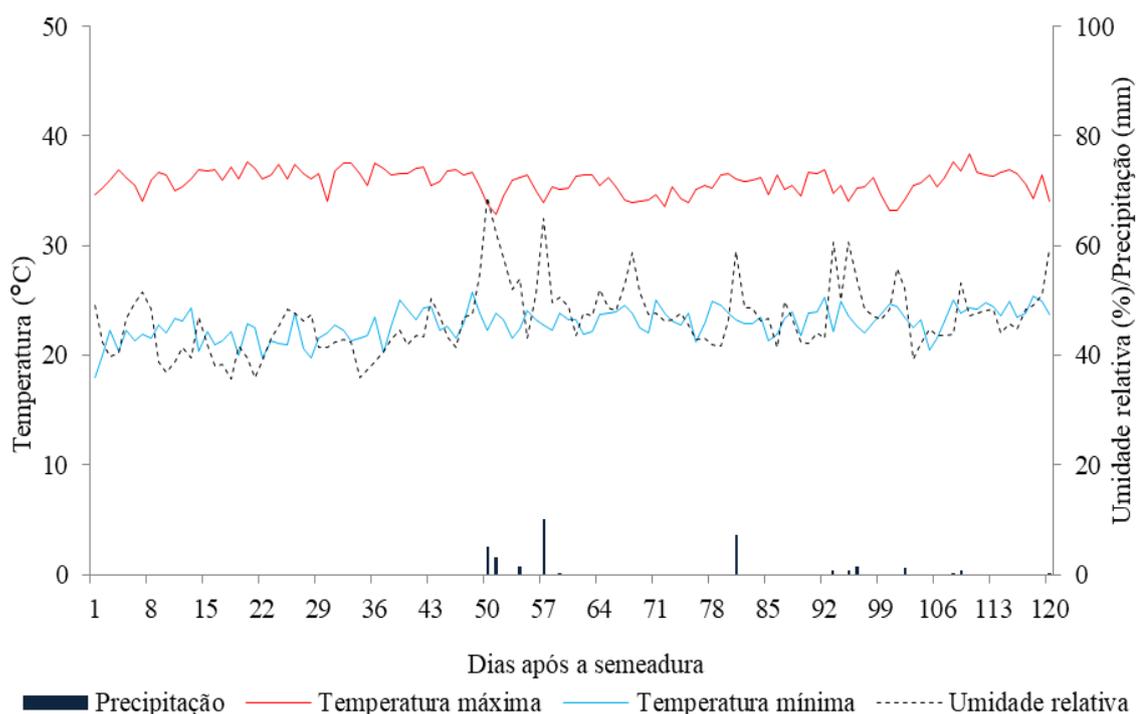
O cultivo do algodoeiro vem aumentando significativamente no Brasil, como em todo o mundo, devido a sua grande aplicabilidade na indústria têxtil, além do grande potencial socioeconômico por meio de geração de empregos. Tendência semelhante tem sido observada para o algodoeiro de fibra colorida despertando o interesse de produtores e consumidores no Nordeste brasileiro (SILVA et al., 2014).

Entretanto, no Nordeste Brasileiro o cultivo de algodão é comprometido devido à escassez dos recursos hídricos dessa região envolvendo aspectos quantitativos e qualitativos, causam restrições de uso para consumo humano, animal e na irrigação com consequentes comprometimentos do crescimento, desenvolvimento e produção, ou seja, faz-se necessário o uso da irrigação para a exploração racional das culturas (KHAN et al., 2006; MEDEIROS et al., 2012).

De forma geral, plantas submetidas ao déficit hídrico, tem o crescimento e produtividade afetados negativamente, entretanto, a intensidade desses danos dependem da severidade do estresse, do estágio de desenvolvimento no qual a planta se encontra e do genótipo. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a fisiologia e produção de genótipos de algodoeiro colorido sob déficit hídrico durante as diferentes fases fenológicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em campo no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude e 37°48'01" de longitude, a uma altitude de 194 m. Na Figura 1, estão apresentados os dados meteorológicos durante a condução do experimento.



**Figura 1.** Dados climáticos de temperatura máxima e mínima (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento.

Foram avaliados três genótipos de algodoeiro colorido (G1 - BRS Rubi; G2 - BRS Jade e G3 - BRS Safira) e três estratégias de manejo, referentes à aplicação do déficit hídrico (40% da Evapotranspiração Real – ETr), variando em função das fases fenológicas das plantas: vegetativa - período compreendido entre a emissão da primeira folha definitiva até a antese da 1ª flor; florescimento - antese da 1ª flor, até a abertura da 1ª maçã; formação da produção - abertura da 1ª maçã, até a colheita final dos capulho. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 × 3 com três repetições e três plantas por parcela.

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos (vasos) com 20 L de capacidade (35 cm de altura × 31 cm de diâmetro superior × 20 cm de diâmetro inferior), forrados na base com uma manta geotêxtil para evitar perda de material de solo e preenchidos com uma camada de 3 cm de brita. Na base de cada vaso foi conectada uma mangueira transparente para facilitar a drenagem, acoplada a um recipiente com capacidade de 2,0 L, para coleta da água drenada. Em

seguida, foram acondicionados 24,5 kg de um Neossolo Regolítico Eutrófico, textura franco-arenosa (coletado na profundidade 0-30 cm) provenientes de uma área agrícola do município de Pombal-PB. As características do solo foram determinadas conforme Teixeira et al. (2017), antes da semeadura e estão descritas na Tabela 1.

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

Densidade	Porosidade total	Umidade (%)		Água disponível	Complexo Sortivo						
					Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	pHps	CEes	
kg dm <sup>-3</sup>	%	0,33 atm <sup>1</sup>	15 atm <sup>2</sup>	%	-----cmolc kg <sup>-1</sup> -----					-	dS m <sup>-1</sup>
1,37	48,88	15,01	5,81	9,20	6,43	4,11	0,14	0,81	7,76	0,22	

Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup> extraídos com KCl 1 M em pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos com NH<sub>4</sub>OAc 1 M; P – extrator de Mehlich1; pHps – pH da pasta de saturação e CEes – condutividade elétrica do extrato de saturação, índice 1 e 2 correspondentes a umidade no solo a capacidade de campo (CC) e ponto de murchamento permanente (PMP).

Realizou-se as adubações com NPK, seguindo as recomendações de Novais et al. (1991) para ensaios em vasos, utilizando-se como fonte a ureia, Fosfato Monoamônico (MAP) e cloreto de potássio, todas em cobertura, via água de irrigação, aos 25, 45 e 75 dias após a semeadura (DAS). Para a semeadura as sementes dos genótipos de algodoeiros foram semeadas cinco sementes por recipiente a 3 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante; com a umidade do solo no nível equivalente ao da capacidade de campo, em todas as unidades experimentais, até a emissão da primeira folha definitiva, quando se iniciou a aplicação dos tratamentos.

A partir dos 20 DAS às irrigações foram realizadas, diariamente, às 17 horas, aplicando-se, em cada recipiente, com o início dos tratamentos, o volume de água correspondente a cada tratamento (40 ou 100% da ETr), determinado pelo balanço hídrico: volume aplicado menos o volume drenado na irrigação anterior, acrescido de uma fração de lixiviação de 20% nas plantas irrigadas com 100% da ETr, a cada 7 dias. O volume de água aplicado em cada estratégia de manejo do déficit hídrico foi determinado por meio do consumo das plantas sob 100% da ETr, pelo método da lisimetria de drenagem (BERNARDO et al., 2019). Para irrigação do tratamento com 40% da ETr multiplicou-se o valor da ETr obtida pelo percentual de evapotranspiração do respectivo tratamento.

As avaliações das trocas gasosas foram realizadas aos 75 DAS, a partir da mensuração da condutância estomática (gs) (mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), transpiração (E) (mmol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), taxa assimilação de CO<sub>2</sub> (A) (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) (μmol mol<sup>-1</sup>), realizadas com 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). Ao final do ciclo, 120 DAS, foi determinada a massa de algodão em pluma (MAP) analisada de acordo com a metodologia da Embrapa Algodão.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Nos casos de significância foi realizado teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para as estratégias de manejo e genótipos de algodoeiro (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na comparação de médias relativas à condutância estomática (gs) em função das estratégias de manejo do déficit hídrico, constatam-se reduções na condutância estomática de 32,60% e 22,60% com o déficit hídrico durante as fases de floração e frutificação quando comparadas as gs das plantas submetidas a 40% da ETr na fase vegetativa, respectivamente. A maior condutância estomática foi obtida na estratégia cujo déficit hídrico foi aplicado na fase de vegetativa (A2B1C1), com gs de  $0,46 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Tabela 2). Em decorrência do fechamento parcial dos estômatos, foi reduzida, igualmente, a transpiração foliar, quando déficit hídrico foi aplicado nas fases de floração e frutificação, com reduções de 20,70% e 21,05% quando comparados ao déficit hídrico durante a fase vegetativa (Tabela 2).

**Tabela 2.** Teste de médias para a condutância estomática (gs) ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração (E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  (A) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) aos 75 dias após a semeadura, e massa de algodão em pluma (MAP) (g por planta) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico e genótipos aos 120 dias após a semeadura.

Estratégias de manejo	Teste de médias				
	gs	E	Ci	A	MAP
T1- A2B1C1	0,46 a $\pm$ 0,02	6,26 a $\pm$ 0,35	83,55 c $\pm$ 14,44	42,10 a $\pm$ 1,47	49,81 a $\pm$ 5,48
T2- A1B2C1	0,31 b $\pm$ 0,02	4,96 b $\pm$ 0,41	114,77 b $\pm$ 11,84	36,93 ab $\pm$ 3,89	37,96 b $\pm$ 4,41
T3- A1B1C2	0,35 b $\pm$ 0,01	4,94 b $\pm$ 0,28	150,00 a $\pm$ 10,07	34,35 b $\pm$ 1,62	49,67 a $\pm$ 7,33
Genótipos					
BRS Rubi	0,38 A $\pm$ 0,01	5,83 A $\pm$ 0,35	102,88 B $\pm$ 16,77	40,75 A $\pm$ 2,68	30,04 C $\pm$ 2,25
BRS Jade	0,41 A $\pm$ 0,03	6,26 A $\pm$ 0,32	129,88 A $\pm$ 18,38	38,82 AB $\pm$ 2,04	61,85 A $\pm$ 2,00
BRS Safira	0,32 B $\pm$ 0,03	5,07 B $\pm$ 0,41	115,55 AB $\pm$ 7,86	33,81 B $\pm$ 2,77	45,56 B $\pm$ 6,77

Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos e letras maiúsculas na coluna indicam não haver diferença entre os genótipos (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

A1, B1, C1: sem déficit hídrico nas fases vegetativa, floração, frutificação e A2, B2, C2: com déficit hídrico nas fases vegetativa, floração, frutificação, respectivamente.

Em geral, as plantas com baixa disponibilidade hídrica no solo fecham os estômatos para evitar a perda de água e para manter a turgescência em seus tecidos (QI & TORII, 2018). Quando os três genótipos foram estudados de forma isolada notou-se que os genótipos BRS Rubi e BRS Safira tiveram maior condutância estomática ( $0,38$  e  $0,41 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e na transpiração ( $5,83$  e  $6,26 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) com incrementos de 14,76% e 18,70% na gs e 13,13% e 19,08% na E em relação ao genótipo BRS Safira com  $0,32 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 2).

Analisando-se a concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci) observam-se a maior média quando o déficit hídrico ocorreu durante a fase de frutificação com Ci de  $150,00 \mu\text{mol mol}^{-1}$  (Tabela 2). Esse incremento na Ci está relacionado à ocorrência de danos ao aparato fotossintético na etapa de carboxilação, com redução da atividade e concentração da Rubisco, redução da taxa de

transferência de elétrons e da eficiência fotoquímica de PSII (MAFAKHERI et al., 2010). Em função das reduções observadas na taxa transpiratória e na condutância estomática, a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) foi comprometida quando as plantas foram irrigadas com 40% da ETr durante a fase de frutificação, com reduções de 18,41% quando comparadas as plantas sob déficit hídrico durante a fase vegetativa (Tabela 2). Declínio na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, como observado neste trabalho, foi também constatado por Chen et al. (2017) em plantas de algodoeiro cultivadas sob déficit hídrico. Verifica-se no genótipo BRS Jade, a maior concentração interna de CO<sub>2</sub> com 129,88  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ , resultando nos respectivos acréscimos de 20,78% e 11,03% em relação aos genótipos BRS Rubi e BRS Safira. Porém, para a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> observa-se média superior no genótipo BRS Rubi com A de 40,75  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (Tabela 2).

Para massa de algodão em pluma em função das estratégias de manejo do déficit hídrico aos 120 DAS (Tabela 2), verifica-se efeito decrescente na massa de algodão em pluma, quando as plantas foram irrigadas com 40% da ETr durante a fase de floração, registrando-se o maior produção quando o déficit hídrico ocorreu nas fases vegetativa (A2B1C1) e de frutificação (A1B1C2) com 49,81 e 49,67 g por planta, respectivamente. Estes dados relativos à massa de algodão em pluma são reflexos das trocas gasosas, quando também foram identificados fatos semelhantes, denotando maior tolerância ao déficit hídrico durante as fases vegetativa do algodoeiro. O genótipo BRS Jade expressou maior produção em pluma com 61,85 g por planta, tendo superado em 51,83% o BRS Rubi e em 26,33% o BRS Safira, respectivamente. Constatou-se, portanto, uma sucessão de alterações nas trocas gasosas, relacionadas, explicitamente, com a maior produção obtida no BRS Jade, o que se justifica pela constituição genética de cada genótipo.

## CONCLUSÕES

A irrigação com déficit hídrico durante as fases de floração e frutificação reduz significativamente as trocas gasosas dos genótipos de algodoeiro. O BRS Jade destaca-se pela maior produção de algodão em pluma. A massa de algodão em pluma do de algodoeiro não teve sua produção comprometida pelo déficit hídrico durante a fase vegetativa.

## REFERÊNCIAS

- CHEN, Y.; FENG, L.; WEI, N.; LIU, Z.; HU, S.; LI, X. Overexpression of cotton PYL genes in Arabidopsis enhances the transgenic plant tolerance to drought stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 115, s.n., p. 229-238, 2017.
- 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.
- KHAN, S.; TARIQ, R.; YUANLAI, C.; BLACKWELL, J. Can irrigation be sustainable? **Agricultural Water Management**, v. 80, n. 1-3, p. 87-99, 2006.
- MAFAKHERI, A.; SIOSEMARDEH, A.; BAHRAMNEJAD, B.; STRUIK, P.C; SOHRABI, Y. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. **Australian Journal of Crop Science**, v. 4, n. 8, p. 580-585, 2010.
- MEDEIROS, J.F. de; DUARTE, S.N.; UYEDA, C.A.; SILVA, Ê.F.F.; MEDEIROS, J.F. de. Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 51-55, 2012.
- 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.
- QI, X.; TORII, K. U. Hormonal and environmental signals guiding stomatal development. **BMC Biology**, v. 16, p. 1-11, 2018.
- SILVA, A. G.; DINIZ, B. L. M.; CAVALCANTE, A. C. P.; NETO, M. A. D.; SILVA, I. F.; AGUIAR, J. C. Produção do algodão colorido cv. BRS Topázio submetido a diferentes coberturas no solo. In: VI Congresso Brasileiro de Mamona, III Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, Fortaleza. **Anais...Fortaleza: Embrapa Algodão**, 2014. p. 67.