

## CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO COLORIDO, SUBMETIDO AO ESTRESSE HÍDRICO E APLICAÇÃO EXÓGENA DE PIRUVATO

Mirandy dos Santos Dias<sup>1</sup>, Francisco de Assis da Silva<sup>2</sup>, Pedro Dantas Fernandes<sup>3</sup>, Roseane Cavalcanti Santos<sup>4</sup>, Andrezza Maia de Lima<sup>5</sup>, Daniela Duarte Barbosa<sup>6</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar os índices de crescimento do algodoeiro colorido (cv. BRS Jade) submetido ao estresse hídrico e aplicação exógena de piruvato. A pesquisa foi realizada em condições de ambiente protegido pertencente a unidade acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, utilizando sementes de algodoeiro cultivar BRS Jade. Foram estudados seis tratamentos com supressão hídrica e aplicação exógena de piruvato de cálcio variando as fases fenológicas da cultura e um tratamento controle (irrigação plena e sem suplementação de piruvato). Aos 75 dias após a semeadura, as plantas foram avaliadas quanto à altura, diâmetro do caule, taxa de crescimento relativo em altura e taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar. Constatou-se que o suprimento exógeno de piruvato, a partir do piruvato de cálcio, na concentração de 100 mM, atenua os efeitos do estresse hídrico, notadamente nas variáveis de crescimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gossypium hirsutum* L., ácido pirúvico, manejo da água

## GROWTH OF COLORED COTTON, SUBMITTED TO WATER STRESS AND EXOGENOUS APPLICATION OF PIRUVATE

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate the growth of colored cotton, under to water stress and exogenous application of pyruvate. The research was carried out in protected environment conditions belonging to the Agricultural Engineering academic unit of the Federal University of Campina Grande, using cotton seeds cultivar BRS Jade. Six treatments with water suppression and exogenous application of calcium pyruvate were studied, varying the phenological phases of the culture and one control treatment (full irrigation). At 75 days

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. e-mail: mirandysd@gmail.com

<sup>2</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB

<sup>3</sup> Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Prof. do Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB

<sup>4</sup> Doutora em Biologia Molecular, Pesquisadora, EMBRAPA ALGODÃO, Campina Grande, PB

<sup>5</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB

<sup>6</sup> Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB

after sowing, plants were evaluated for height, stem diameter, relative growth rate in height and relative growth rate in stem diameter. It was found that the exogenous supply of pyruvate, from calcium pyruvate, at a concentration of 100 mM, attenuates the effects of water stress, notably on growth variables.

**KEYWORDS:** *Gossypium hirsutum* L., pyruvic acid, water management

## INTRODUÇÃO

A cultura do algodão colorido tem grande potencial socioeconômico, tanto como gerador de emprego e renda, como ecológico ao meio ambiente, uma vez que, os fios produzidos não passam pelos processos químicos de branqueamento e tingimento, evitando descarga de grande quantidade de resíduos no meio ambiente (CARDOSO et al., 2010; BARBOSA et al., 2019).

A região semiárida do nordeste brasileiro é caracterizada por reduzidos volumes de precipitações pluviométricas e altas taxas de evaporação ocasionando naturalmente, um déficit hídrico (ZANELLA, 2014). As plantas, em tais condições, sofrem alterações em todos os níveis de organização celular, influenciando no crescimento das plantas (RICKES et al., 2017).

Na literatura são encontrados alguns trabalhos com embebição e aplicação exógena de cloreto de mepiquat, silício e ácido salicílico em diversas oleaginosas, entre elas o algodão, no qual foi constatado efeito benéfico no desenvolvimento das plantas (NAGASHIMA et al., 2005; NAGASHIMA et al., 2007; SILVA et al., 2017). Há carência de estudos com substâncias orgânicas, com investigação sobre seus efeitos no metabolismo das plantas sob condições de estresse hídrico.

Com piruvato, entretanto, foi encontrado apenas um trabalho com *Arabidopsis thaliana*, em que folhas foram incubadas por um período de 2,5 h em piruvato nas concentrações de 10, 100 e 1000  $\mu\text{M}$  e foi verificado que na concentração de 100  $\mu\text{M}$ , o piruvato aumentou o tamanho da corrente aniônica nas células guarda (SHEN et al., 2017).

Neste trabalho, tem-se com hipótese que a aplicação de piruvato na forma de piruvato de cálcio (produto de forma mais barato no comércio), pode resultar em mais energia e condições mais favoráveis para ativação de mecanismos de tolerância ao fator de estresse.

Assim, objetivou-se, avaliar os índices de crescimento do algodoeiro naturalmente colorido (cv. BRS Jade), submetido ao estresse hídrico e aplicação exógena de piruvato.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, na área experimental da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, situada no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, nas coordenadas geográficas 07° 15' 18'' S, 35° 52' 28'' O e altitude de 550 m.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 7 tratamentos (T1: Supressão hídrica na fase vegetativa e suplementação de piruvato via semente e foliar (E<sub>V</sub>-A<sub>SF</sub>); T2: supressão hídrica na fase de florescimento e suplementação de piruvato via semente e foliar (E<sub>F</sub>-A<sub>SF</sub>); T3: supressão hídrica em duas fases (vegetativa e florescimento) com suplementação de piruvato via semente e foliar (E<sub>VF</sub>-A<sub>SF</sub>); T4: supressão hídrica na fase vegetativa e suplementação de piruvato via foliar (E<sub>V</sub>-A<sub>F</sub>); T5: supressão hídrica na fase florescimento e suplementação de piruvato via foliar (E<sub>F</sub>-A<sub>F</sub>); T6: Supressão hídrica em duas fases (Vegetativa e florescimento) e suplementação de piruvato via foliar (E<sub>VF</sub>-A<sub>F</sub>) e um tratamento controle (irrigação plena durante todo ciclo da cultura e sem aplicação de piruvato) com três repetições, formando 21 parcelas, na qual foram compostas por 2 plantas, totalizando 42 plantas.

Coletou-se amostras do solo na camada de 0-20 cm de profundidade e em seguida foram levadas ao laboratório de irrigação e salinidade da UFCG (LIS) para a determinação dos atributos químicos, cujo resultados encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo, determinadas no laboratório de irrigação e salinidade (LIS), Campina Grande, PB, 2019

Características químicas do solo		Características físicas do solo		
pH	5,58	Areia	79,14%	Areia Franca
P	11,54 cmolc dm <sup>-3</sup>	Silte	18,29%	
K <sup>+</sup>	0,26 cmolc dm <sup>-3</sup>	Argila	2,67%	
Ca <sup>+2</sup>	2,98 cmolc dm <sup>-3</sup>	Densidade do solo	1,54 g cm <sup>-3</sup>	
Na <sup>+</sup>	1,33 cmolc dm <sup>-3</sup>	Densidade de partículas	2,71 g cm <sup>-3</sup>	
Mg <sup>+2</sup>	1,17 cmolc dm <sup>-3</sup>	Porosidade	47,17%	
Al <sup>+3</sup>	0,03 cmolc dm <sup>-3</sup>	Umidade (% base de solo seco)		
H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup>	4,74 cmolc dm <sup>-3</sup>	Natural	0,66	
SB	5,74 cmolc dm <sup>-3</sup>	Potenciais matriciais (kPa)		
M.O.	1,62%	10	14,17	
CTC (T)	10,48 cmolc dm <sup>-3</sup>	33	11,42	
CTC (t)	5,77 cmolc dm <sup>-3</sup>	100	9,41	
V	54,77%	500	4,60	
m	0,55%	1000	4,56	
		1500	4,40	
		Água disponível	10,31	

Foram utilizadas sementes do cultivar de algodão “BRS Jade” provenientes da EMBRAPA ALGODÃO, Campina Grande, PB. As plantas de algodoeiro foram cultivadas

em recipientes plásticos (vasos) com aproximadamente 20 L de capacidade, os quais receberam uma camada de 3 cm de brita e uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) para evitar a obstrução pelo material de solo. Em cada vaso foi adaptada uma mangueira transparente 4 mm de diâmetro, conectada a sua base e acopladas a coletores de capacidade volumétrica de 1,0 L, para coleta da água drenada. Em seguida, os lisímetros foram preenchidos com 19 dm<sup>3</sup> de material de solo representativo da região semiárida do Estado da Paraíba (devidamente destorroado e homogeneizado).

Após a semeadura, as irrigações foram realizadas diariamente, às 17 horas, aplicando-se em cada vaso, o volume de água correspondente à demanda da planta submetida ao tratamento. O volume aplicado em cada evento de irrigação foi estimado por meio de balanço hídrico, tomando-se como base os termos da Eq. 1, em que:  $C_H$  é o consumo hídrico (mL), considerando o volume de água aplicado às plantas ( $V_a$ ) no dia anterior (mL);  $V_d$  é o volume drenado (mL), quantificado na manhã do dia seguinte.

$$C_H = V_a - V_d \quad (1)$$

De posse das informações do peso molecular do piruvato ( $C_3H_4O_3$  - 88,06 g mol<sup>-1</sup>) e a composição do piruvato de cálcio, foi preparada uma solução de piruvato a uma concentração de 100 mM. A aplicação de piruvato via semente ocorreu através da pré-embebição por um período de 12 horas.

Na fase vegetativa as plantas foram submetidas a 10 dias de supressão hídrica, sendo os últimos 5 dias com aplicação foliar de piruvato e na fase de florescimento foram submetidas a 7 dias de supressão hídrica, sendo os 3 últimos com aplicação foliar de piruvato. A supressão hídrica na fase vegetativa teve início quando as plantas apresentavam três folhas definidas e na fase de florescimento ocorreu por ocasião da abertura da primeira flor. A solução de piruvato de cálcio foi aplicada com auxílio de um borrifador, em todas as folhas da planta a partir das 17 h.

A adubação com NPK foi realizada conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos, de acordo com Novais et al. (1991), aplicando-se as quantidades de 100, 300 e 150 mg dm<sup>-3</sup> de solo de N, P e K, respectivamente, nas formas de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. A adubação de fundação foi realizada apenas com fósforo e as adubações de cobertura com N e K foram parceladas em duas vezes (na fase vegetativa, na fase de aparecimentos dos primeiros botões florais).

O controle de pragas e doenças foi realizado de modo preventivo com defensivos naturais, conforme necessidade. O controle de plantas invasoras nos lisímetros, foi realizada com campina manual durante a condução do experimento.

A altura de planta (AP), foi determinada do nível do solo (colo da planta) até a gema apical do ramo principal, em centímetros. O diâmetro do caule (DC), foi determinado a 2 cm do solo, com uso de paquímetro digital, com leituras em ‘mm’. A taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar e em altura de plantas, conforme Benincasa (2003).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Em seguida foi aplicado o teste de médias Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para os tratamentos, através do Software SISVAR (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre os tratamentos, sobre as variáveis diâmetro do caule (DC), taxa de crescimento relativo em altura de planta ( $TCR_{AP}$ ) e taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar ( $TCR_{DC}$ ). Entretanto, para a altura de planta não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 2).

Em relação ao diâmetro do caule, constatou-se que os tratamentos T4, T5 e T6 obtiveram as menores médias (10,81, 9,85 e 10,18 cm, respectivamente), diferindo do tratamento controle (11,98 cm). Fato esse que, aos 75 DAS, as estruturas reprodutivas estão sendo formados, sendo a fase de maior requerimento de água, ou seja, tornando-se mais sensível ao estresse hídrico. Entretanto, efeito positivo da suplementação com piruvato foi verificado nos tratamentos submetidos a supressão hídrica (T1, T2 e T3), visto que, não diferiram do tratamento controle.

Em relação a taxa de crescimento relativo em altura de planta, observa-se que os tratamentos T1, T4, T5 e T6, não diferiram do tratamento controle. É possível constatar ainda que para essa variável, os tratamentos T2 e T3 obtiveram as menores  $TCR_{AP}$  (0,0126 e 0,0126  $cm\ cm^{-1}\ dia^{-1}$ , respectivamente) quando comparado ao tratamento controle (0,015  $cm\ cm^{-1}\ dia^{-1}$ ).

**Tabela 2.** Médias das variáveis altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), taxa de crescimento relativo em altura de planta ( $TCR_{AP}$ ) e taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar ( $TCR_{DC}$ ) de plantas de algodoeiro cv. BRS Jade, submetidas ao estresse hídrico e aplicação na sementes e via foliar de piruvato de cálcio, aos 75 DAS.

Tratamentos	AP	DC	$TCR_{AP}$	$TCR_{DC}$
1- Ev-ASF	77,66 a	12,13 a	0,0133 ab	0,0126 ab
2- Ef-ASF	73,66 a	11,46 ab	0,0126 b	0,0116 ab
3- EvF-ASF	75,00 a	11,06 abc	0,0126 b	0,0110 ab
4- Ev-AF	83,33 a	10,81 bcd	0,0130 ab	0,0110 ab
5- Ef-AF	77,33 a	9,85 d	0,0130 ab	0,0103 b
6- EvF-AF	75,83 a	10,18 cd	0,0133 ab	0,0106 ab
7- Controle	85,66 a	11,98 a	0,0150 a	0,0130 a
Média geral	78,35	11,07	0,0132	0,0114

Dms	12,49	1,12	0,0022	0,0023
CV (%)	5,58	3,55	5,85	7,24

Dms- diferença média significativa e CV- coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. T1: Supressão hídrica na fase vegetativa e aplicação exógena de piruvato via semente e foliar; T2: supressão hídrica na fase de florescimento e aplicação exógena de piruvato via semente e foliar; T3: supressão hídrica na fase vegetativa e de florescimento e aplicação exógena de piruvato via semente e foliar; T4: aplicação foliar de piruvato de cálcio e supressão hídrica na fase vegetativa; T5: aplicação foliar de piruvato de cálcio e supressão hídrica na fase de florescimento; T6: aplicação foliar de piruvato de cálcio e supressão hídrica na fase vegetativa e florescimento) e T7: Irrigação plena durante todo ciclo da cultura e sem aplicação de piruvato de cálcio.

De modo geral, a suplementação com piruvato de cálcio influenciou positivamente na AP, DC,  $TCR_{AP}$  e  $TCR_{DC}$  nas plantas submetidas ao estresse hídrico quando da aplicação via sementes e via foliar. Isso, pode ter ocorrido em virtude de que a suplementação com piruvato de cálcio tende a suplementar uma eventual falta do ácido pirúvico no ciclo de Krebs levando a um melhor funcionamento das células, disponibilizando mais energia as mesmas. Visto que, quando o piruvato é metabolizado, ocorre a produção de moléculas energéticas, que são utilizadas pela cadeia respiratória durante a fosforilação oxidativa, ou seja, em mais energia para as plantas (TAIZ et al., 2017).

## CONCLUSÕES

O suprimento exógeno de piruvato, a partir do piruvato de cálcio, na concentração de 100 mM, atenua os efeitos do estresse hídrico do algodoeiro, notadamente nas variáveis de crescimento.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, J. L.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. D. P.; VELOSO, L. L. D. S.; SILVA, E. L. D.; GUEDES, M. A. Crescimento de algodoeiro colorido cv. BRS Topázio em solos com distintas salinidades e adubação orgânica. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 201-210, 2019.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. C. A.; BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida BRS Safira. **Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 456-462, 2010.

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.

NAGASHIMA, G. T.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, R. S.; MIGLIORANZA, E. Desenvolvimento de plantas de algodão provenientes de sementes embebidas em cloreto de mepiquat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 9, p. 943-946, 2005.

NAGASHIMA, G. T.; MIGLIORANZA, E.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, R. S.; GOMES, J. C. Embebição de sementes e aplicação foliar com cloreto de mepiquat no crescimento e produção do algodoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1027-1034, 2007.

RICKES, L. N.; KLUMB, E. K.; SILVA, C. D. S.; BACARIN, M. A.; BIANCHI, V. J. Water deficit affects gas exchange in peach trees cultivar chimarrita grafted onto different rootstocks. **Irriga**, v. 22, n. 1, p. 140-153, 2017.

SHEN, J. L.; LI, C. L.; WANG, M.; HE, L. L.; LIN, M. Y.; CHEN, D. H.; ZHANG, W. Mitochondrial pyruvate carrier 1 mediates abscisic acid-regulated stomatal closure and the drought response by affecting cellular pyruvate content in *Arabidopsis thaliana*. **BMC plant biology**, v. 17, n. 1, p. 217, 2017.

SILVA, A. C. D.; SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S. D.; COSTA, R. R.; ANDRADE, W. L. D.; SILVA, D. C. D. Salicylic acid as attenuator of drought stress on germination and initial development of sesame. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 156-162, 2017.

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

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 126-142, 2014.