

ACÚMULO DE FITOMASSA E PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO COLORIDO SOB ESTRESSE SALINO EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS

Lauriane Almeida dos Anjos Soares¹, Pedro Dantas Fernandes², Geovani Soares de Lima³,
Saulo Soares da Silva⁴, Rômulo Carantino Lucena Moreira⁵, Thamara Laysse Freitas
Medeiros⁶

RESUMO: A escassez de água de boa qualidade é um fator limitante para a agricultura irrigada, principalmente na região semiárida, o que induz a utilização de águas com elevados teores de sais na irrigação das culturas. Diante do exposto, objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar acúmulo de fitomassa e a produção de genótipos de algodoeiro colorido durante os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, em condições de alta salinidade, onde as plantas foram conduzidas em lisímetros sob condições de casa-de-vegetação, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais pertencente à Universidade Federal de Campina Grande. Foram avaliados três genótipos de algodoeiro irrigados com água salinizada (9 dS m^{-1}) durante as três fases de desenvolvimento da cultura (vegetativa, floração e frutificação). O experimento foi desenvolvido no delineamento de blocos casualizados com três repetições e três plantas por parcela, conduzidas em lisímetros de drenagem preenchidos com 24 kg de um Argissolo Acinzentado Eutrófico, com textura franco-arenoso. Avaliaram-se aos 113 dias após a semeadura a fitomassa seca de folhas, de caule e da parte aérea e peso do algodão em caroço. A irrigação com água salina fase vegetativa pode ser utilizada no cultivo do algodoeiro com as menores perdas na produção de algodão em caroço. A salinidade da água de irrigação e o tempo aumenta a sensibilidade dos genótipos do algodoeiro, principalmente na fase de frutificação. Dentre os genótipos, o BRS Rubi é o menos sensível à salinidade da água de irrigação para o acúmulo de fitomassa, independente do estádio de desenvolvimento.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum* L., salinidade, tolerância.

¹ Doutora, Universidade Federal de Campina Grande, E-mail: laurispo.agronomia@gmail.com

² Doutor, Universidade Federal de Campina Grande, E-mail: pedrodantasfernandes@gmail.com

³ Doutor, Universidade Federal de Campina Grande, E-mail: geovani.soares@pq.cnpq.br

⁴ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, E-mail: saulosoares90@gmail.com.

⁵ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, E-mail: romulocarantino@gmail.com.

⁶ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Campina Grande, E-mail: thamaraamedeiros@gmail.com.

PHYSOMASS ACCUMULATION AND PRODUCTION OF COLORED COTTON UNDER SALINE STRESS IN DIFFERENT PHENOLOGICAL PHASES

ABSTRACT: The scarcity of good quality water is a limiting factor for irrigated agriculture, especially in semi-arid region, which induces the use of water with high salt content in irrigation of crops. Given the above, the aim, with this research, evaluate accumulation of biomass and the production of colored cotton genotypes during the different stages of plant development in conditions of high salinity, where the plants were conducted in lysimeters under conditions of greenhouse in Center Technology and Natural Resource belongs to the Federal University of Campina Grande. We evaluated three genotypes of irrigated cotton with saline water (9 dS m^{-1}) during the three stages of crop development (vegetative, flowering and fruiting). The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications and three plants per plot, conducted in drainage lysimeters filled with 24 kg of a eutrophic Ultisol, with sandy loam texture. It was evaluated at 113 days after sowing the dry matter of leaves, stem, aerial parts and weight of seed cotton. Irrigation with saline vegetative phase can be used in cotton cultivation with the lowest losses in the production of seed cotton. Irrigation water salinity and time increase the sensitivity of cotton genotypes, especially in the fruiting phase. Among the genotypes, BRS Rubi is the least sensitive to irrigation water salinity for phytomass accumulation, regardless of the development stage.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum* L., salinity, tolerance.

INTRODUÇÃO

A proporção de terras agrícolas afetadas negativamente pela alta salinidade está aumentando em todo o mundo, devido a causas naturais e práticas agrícolas (Munns & Tester, 2008). Aproximadamente 20% das terras cultivadas no mundo e mais da metade de todas as terras irrigadas são afetadas pela salinidade (Arzani, 2008). Altas concentrações de sais provoca um desequilíbrio dos íons celulares, resultando em toxicidade iônica, estresse osmótico e produção de espécies reativas de oxigênio, afetando o crescimento, a morfologia e a sobrevivência das plantas (Khan et al., 2000). Afetando negativamente a produção agrícola, como decréscimos no crescimento e desenvolvimento das plantas, inibição das atividades enzimáticas e reduções nas taxas fotossintéticas (Gaber, 2010).

O algodoeiro é uma das culturas economicamente mais importantes na Brasil, embora seja classificada como uma cultura tolerante a salinidade, essa tolerância não é apenas limitada, mas também varia de acordo com os estágios de fenológico da planta (Qidar & Shams, 1997).

Nesse sentido, são de grande relevância estudos visando a recuperação do algodoeiro após um período de estresse salino, em cada estágio de desenvolvimento. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o acúmulo de fitomassa e a produção de genótipos de algodão naturalmente colorido, submetidos a estratégias de manejo de irrigação, variando os estádios de desenvolvimento em que as plantas eram irrigadas com água salina.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais- CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 07°15'18'' Sul, 35°52'28'' Oeste e altitude média de 550 m.

Adotou-se o delineamento estatístico em blocos ao acaso em esquema fatorial (3 x 3), sendo três genótipos de algodoeiro (G1 – BRS Rubi; G2 – BRS Topázio; G3 – BRS Safira) e três estratégias de manejo, referentes à aplicação de água salinizada durante as fases de desenvolvimento da cultura. Combinados, os fatores resultaram em 9 tratamentos com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 81 plantas. As plantas de algodoeiro foram irrigadas com águas de baixa ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$) e alta salinidade ($9,0 \text{ dS m}^{-1}$); sendo estas aplicadas sob diferentes estratégias de manejo: T1-A₂B₁C₁ – plantas sob estresse salino na fase vegetativa; T2-A₁B₂C₁ – plantas submetidas a estresse salino na floração T3-A₁B₁C₂ – irrigação com água de alta condutividade elétrica na fase de formação da produção.

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos com aproximadamente 20 L de capacidade, sendo perfurados na base para introdução de drenos, sendo acoplado um recipiente para coleta da água de drenagem visando permitir o acompanhamento do volume drenado e o consumo de água pela cultura. No preenchimento, os vasos receberam uma camada de 0,3 kg de brita a qual cobria a base e 24,5 kg de material de solo (tipo areia franca) não salino e não sódico. As unidades experimentais foram dispostas em fileiras simples espaçadas 1 m entre fileiras e 0,6 m entre plantas, dentro da fileira.

Adubação de fundação com NPK foi realizada conforme recomendação para ensaios em vasos, contida em Novais et al. (1991), colocando-se as quantidades de 100, 300 e 150 mg kg⁻¹ de solo de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente, nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio; em fundação foi aplicado apenas 1/3 da recomendação, sendo os dois terços restantes aplicados em cobertura via água de irrigação, aos 45 e 65 dias após a semeadura (DAS). A água utilizada na irrigação de baixa salinidade (0,8 dS m⁻¹) foi obtida diluindo-se a água do sistema público de abastecimento d'água de Campina Grande-PB, com água de chuvas; o nível correspondente à CEa mais alta (9,0 dS m⁻¹) foi preparada de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg.

Aos 113 DAS, determinaram-se as seguintes variáveis: fitomassa seca de folhas, de caule e da parte aérea (folhas, caule e brácteas) e massa de algodão em caroço. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância foi realizado teste de Tukey ($p < 0,05$) para as estratégias de manejos e genótipos de algodoeiro (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados da análise de variância, contidos na Tabela 1, abrangendo a fitomassa seca de folhas, fitomassa seca de caule, fitomassa seca da parte aérea e massa de algodão em caroço verifica-se diferença para as estratégias de manejo do uso da água salina e genótipos de algodoeiro colorido ($p \leq 0,01$) para todas variáveis avaliadas. Ainda evidenciou-se efeito da para interação (Estratégias de manejo x Genótipos) aos 113 dias após a semeadura ($p \leq 0,01$) para a fitomassa seca de folhas, fitomassa seca de caule e fitomassa seca da parte aérea, uma evidência da diferença entre genótipos dentro de cada estratégia de manejo.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para fitomassa seca de folhas (FSF), fitomassa seca de caule (FSC), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e massa de algodão em caroço (MAC) em função de diferentes estratégias de manejo da salinidade e genótipos de algodoeiro aos 113 dias após a semeadura.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		FSF	FSC	FSPA	MAC
Estratégias de Manejo (EM)	2	23,776**	51,412**	826,271**	19564,028**
Genótipos (G)	2	26,668**	155,509**	326,840**	3444,965**
EM x G	4	15,037*	22,216*	133,262**	110,916 ^{ns}
Bloco	2	4,771 ^{ns}	22,519 ^{ns}	31,781 ^{ns}	135,139 ^{ns}
Erro	15	3,197	5,735	26,588	334,414
CV (%)		6,39	11,82	6,89	9,76
Média Geral		27,966	20,260	74,785	187,384

^{ns}, **, *: não significativo e significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$; respectivamente, pelo teste 'F' e DAS = dias após a semeadura

Com o desdobramento do fator genótipo dentro das estratégias de manejo estudadas para a fitomassa seca de folhas, caule e da parte aérea (Tabela 1) verifica-se que o genótipo 'BRS Rubi' foi menos afetado pela irrigação com água salina nas fases fenológicas. Os genótipos 'BRS Topázio' e 'BRS Safira', quando submetidos ao estresse salino, durante a fase vegetativa, tiveram acréscimos no acúmulo de fitomassa quando a irrigação com alta salinidade ocorreu na fase vegetativa (T1 – A₂B₁C₁), constatando-se para fitomassa seca de folhas, caule e parte aérea valores médios de 25,15; 14,43 e 63,02 g por planta, respectivamente. Ainda relacionado ao acúmulo de fitomassa, nota-se uma tendência de ser a fase de floração (T2 – A₁B₂C₁) a mais sensível ao estresse salino (Tabela 1). Assim quando plantas de algodoeiro são irrigadas com águas de alta salinidade (9 dS m⁻¹), durante a fase vegetativa, inicialmente ocorre senescência prematura de folhas e reduções no crescimento, e logo após o término da aplicação da salinidade nas fases de floração e formação da produção, as plantas tiveram como compensar o crescimento vegetativo através do desenvolvimento de novas folhas para a fotossíntese e consequente crescimento e desenvolvimento. Uma vez que concentrações elevadas de sais podem ocasionar desbalanço nutricional e inibição da absorção de outros cátions pelo sódio (Rhoades et al., 2000) e, consequentemente, a fotossíntese, alocação e utilização de carbono, assim como o crescimento são fortemente afetados pelos efeitos dos sais, de forma que a produção da fitomassa foi um bom critério para a avaliação do grau de estresse e da capacidade do algodoeiro em superar o estresse salino quando aplicado na fase vegetativa, como também observou Larcher (2004).

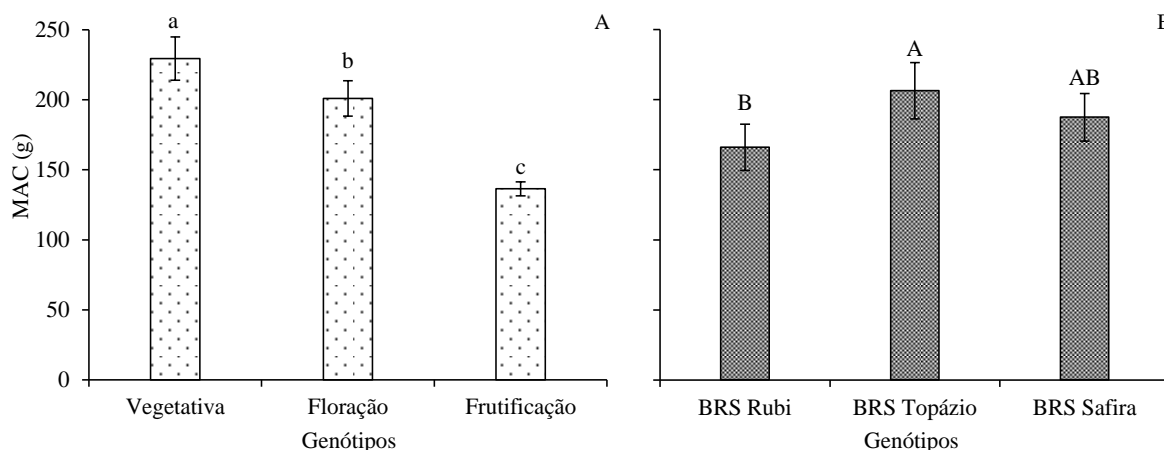
Tabela 1. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo para fitomassa seca de folhas, de caule e da parte aérea do algodoeiro, aos 113 dias após a semeadura.

Estratégias de Manejo	BRS Rubi	BRS Topázio	BRS Safira
Fitomassa seca de folhas			
T1 – A ₂ B ₁ C ₁	29,850aA ± 1,133	28,947aA ± 1,014	31,115aA ± 0,456
T2 – A ₁ B ₂ C ₁	31,397aA ± 0,948	25,151bB ± 1,129	24,200bB ± 0,486
T3 – A ₁ B ₁ C ₂	28,997aA ± 1,643	26,613abA ± 0,437	26,054bA ± 0,063
Fitomassa seca de caule			
T1 – A ₂ B ₁ C ₁	21,098aB ± 0,892	16,419abB ± 1,284	29,268aA ± 2,713
T2 – A ₁ B ₂ C ₁	18,773aAB ± 0,965	14,435bB ± 0,911	19,733bA ± 1,315
T3 – A ₁ B ₁ C ₂	17,792aB ± 1,349	19,537aB ± 0,733	25,567aA ± 1,058
Fitomassa seca da parte aérea			
T1 – A ₂ B ₁ C ₁	87,865aAB ± 3,887	77,112aB ± 2,231	93,428aA ± 3,308
T2 – A ₁ B ₂ C ₁	84,887aA ± 3,434	63,546bB ± 2,239	71,566bB ± 2,390
T3 – A ₁ B ₁ C ₂	65,741bA ± 3,019	63,023bA ± 1,287	70,255bA ± 1,010

Letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre as estratégias de manejo da salinidade e letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa para os genótipos de algodoeiro pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Número ± erro padrão

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

Conforme resultados do teste de média das estratégias de manejo de aplicação de água salinas para a massa do algodão em caroço (Figura 1A), constata-se que o tratamento T1 – A₂B₁C₁ foi estatisticamente superior aos demais tratamentos com valor em torno de 229,37 g por planta, sendo a menor produção obtida com irrigação com água salina na fase de frutificação, com redução de 40,51% quando comparada a fase vegetativa. Oliveira et al. (2012) avaliando diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (0,5; 2,0; 3,5; 5,0 e 6,5 dS m⁻¹) em sementes tratadas e não tratadas com regulador de crescimento na produção do algodoeiro em caroço, observaram efeito deletério a partir de 3,5 dS m⁻¹, com perdas na produção de algodão em caroço entre as salinidade de 3,5 e 6,5 dS m⁻¹, na ordem de 52,23%, independente da aplicação do regulador de crescimento. Esse efeito prejudicial provavelmente foi ocasionado pelo o aumento da salinidade que, certamente, diminuiu o potencial osmótico da solução do solo, dificultando a absorção de água pelas raízes.



Letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre as estratégias de manejo da salinidade e letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa para os genótipos de algodoeiro pelo teste de Tukey a 0,05 de significância

Figura 1. Teste de médias referente à massa de algodão em caroço - MAC em função de diferentes estratégias de manejo de salinidade (A) e genótipos de algodão (B).

Para a massa do algodão em caroço em função de diferentes genótipos de algodão (Figura 1B) verifica-se que a ‘BRS Topázio’ expressou maior acúmulo no peso do algodão em caroço (187,36 g por planta) tendo este valor superado em 16,78% e 11,22% os valores 155,91 e 166,34 g por planta obtida na ‘BRS Rubi’ e ‘BRS Safira’, respectivamente, resultados esses divergentes dos encontrados por Ferraz (2012) avaliando o comportamento de genótipos de algodoeiro herbáceo sob aplicação de silício via foliar, encontrou valores inferiores em termo de peso do algodão em caroço para ‘BRS Rubi’, ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’ com valores de 116,6; 131,7 e 98,5 g por planta, respectivamente.

CONCLUSÕES

A irrigação com água salina fase vegetativa pode ser utilizada no cultivo do algodoeiro com as menores perdas na produção de algodão em caroço.

A salinidade da água de irrigação e o tempo aumenta a sensibilidade dos genótipos do algodoeiro, principalmente na fase de frutificação.

Dentre os genótipos, o BRS Rubi é o menos sensível à salinidade da água de irrigação para o acúmulo de fitomassa, independente do estágio de desenvolvimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arzani, A. Improving Salinity Tolerance in Crop Plants: A Biotechnological View. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v.44, s.n., p.373-383, 2008.
- Ferreira D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** v35, p.1039-1042, 2011.
- Gaber, M. A. Antioxidative defense under salt stress. **Plant Signaling & Behaviour**, v.5, n.4, p.369–37, 2010.
- Khan, M. A.; Ungar, I. A.; Showalter, A. M. The effect of salinity on the growth, water status, and ion content of a leaf succulent perennial halophyte *Suaeda fruticosa* (L.) Forssk. **Journal of Arid Environments**, v.45, n.1, p.73-84. 2000.
- Larcher, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima artes, 2004. 531p.
- Munns, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, s.n., p.651-681, 2008.
- 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. p. 189-253. 1991.
- Qadir, M.; Shams, M. Some agronomic and physiological aspects of salt tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.179, n.2, p.101–106, 1997.
- Rhoades, J. D.; Kandiah, A.; Mashali, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000, 117p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 48, revisado.