



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ARKLEY DE ALENCAR EZEQUIEL

**FISIOLOGIA E FITOMASSAS DE ALGODOEIRO COLORIDO SOB
ESTRESSE HÍDRICO E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO**

CARAÚBAS - RN

Março de 2025

ARKLEY DE ALENCAR EZEQUIEL

**FISIOLOGIA E FITOMASSAS DE ALGODOEIRO COLORIDO SOB
ESTRESSE HÍDRICO E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Gomes Nobre

CARAÚBAS - RN

Março de 2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

E99f Ezequiel, Arkley de Alencar.
Fisiologia e fitomassas de algodoeiro colorido
sob estresse hídrico e aplicação de ácido salicílico
/ Arkley de Alencar Ezequiel. - 2025.
37 f. : il.

Orientador: Reginaldo Gomes Nobre.
Coorientadora: Maria do Socorro Medeiros de
Souza.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2025.

1. Gossypium hirsutum L. 2. Algodoeiro. 3.
Déficit hídrico. 4. Fitohormônio. I. Nobre,
Reginaldo Gomes, orient. II. Souza, Maria do
Socorro Medeiros de, co- orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com
AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a). Biblioteca Campus Caraúbas / Setor de Informação e
Referência Bibliotecária: Biblioteca Dalvanira Brito Rodrigues
CRB:15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade

ARKLEY DE ALENCAR EZEQUIEL

**FISIOLOGIA E FITOMASSAS DE ALGODOEIRO COLORIDO SOB
ESTRESSE HÍDRICO E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 25 / 03 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Reginaldo Gomes Nobre, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente / Orientador

Maria do Socorro Medeiros de Souza, Prof^a. Dra. (UFERSA)
Co-orientadora

Allysson Régis Praxedes Moreira – Eng. Agrônomo. (IDIARN)
Membro Examinador

Saulo Samuel Carneiro Praxedes, D.Sc. - Analista de Ext. Rural da EMATER - RN
Membro Examinador

À minha mãe, Rita de Alencar Pimenta
por todo amor e renúncia, não medindo
esforços para que eu pudesse realizar
meus sonhos.

DEDICO!

A meu pai Antônio Ezequiel da Silva, por
todo o amor, carinho e renúncia.

OFEREÇO!

AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos com a frase de uma sábia mulher, a professora Rosa Ester Rossi, que diz:” A vida é feita de acasos felizes”. Pois bem, a minha vida até aqui foi feita de muitos acasos felizes.

Agradeço primeiramente a Deus por proporcionar minha vida, força e coragem para realizar meus objetivos, sem ele eu não sou ninguém;

Agradeço a minha mãe Rita de Alencar Pimenta e a meu pai Antônio Ezequiel da Silva que não mediram esforços para que meu sonho se tornasse realidade e foram as principais pessoas que me ajudaram e ajuda até hoje com todo o suporte que preciso;

Agradeço aos meus orientadores, Reginaldo Gomes Nobre e Maria do Socorro Medeiros que me ajudaram bastante com conhecimentos e suporte, sou muito grato pela oportunidade que me deram em trabalhar com pesquisa, apoio e ensinamentos valiosos ao longo deste processo;

Aos membros da Banca Examinadora, pela disponibilidade de participar e pelas contribuições para melhoria deste trabalho;

Por fim a mim, sou grato por nunca ter desistido, mesmo diante dos momentos mais difíceis, e por sempre confiar que Deus tem o melhor para mim.

GRATIDÃO!

Os rios não bebem sua própria água; as árvores não comem seus próprios frutos. O sol não brilha para si mesmo; e as flores não espalham sua fragrância para si. Viver para os outros é uma regra da natureza. A vida é boa quando você está feliz; mas a vida é muito melhor quando os outros estão felizes por sua causa.

“Papa Francisco”

RESUMO

A exploração do algodão colorido na região Nordeste do Brasil tem se destacado como uma das atividades agrícolas de grande importância, devido sua fibra possuir várias aplicações na indústria têxtil, gerando emprego e renda aos pequenos e médios produtores rurais. No entanto, as condições edafoclimáticas do semiárido desta região limitam o seu desenvolvimento. Nesse sentido, algumas estratégias de cultivo podem ser empregadas para atenuar os efeitos deletérios promovidos pela reduzida disponibilidade hídrica da região sobre as culturas, como o uso de materiais genéticos tolerantes a escassez hídrica, o manejo de lâminas de irrigação e/ou a aplicação de atenuadores de estresse, como o fitohormônio ácido salicílico. Desta forma, realizou-se este trabalho em condição de campo, com plantas cultivadas em lisímetros de drenagem adaptados na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Caraúbas – RN. O experimento foi montado em delineamento experimental de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial $2 \times 4 \times 2$, sendo os tratamentos compostos por duas lâminas de irrigação com déficit hídrico (100% e 50% da capacidade de campo - CC), quatro concentrações de ácido salicílico - AS (0; 1,5; 3,0 e 4,5 mM) e duas cultivares de algodoeiro (BRS Rubi e BRS Safira), com quatro repetições e uma planta por parcela, cujo efeito dos tratamentos foram avaliados sobre variáveis fisiológicas e de fitomassas de plantas de algodoeiro. A redução da lâmina de irrigação em 50% da CC não afeta os componentes fisiológicos (C_i , E , A) e a eficiência do uso de água de plantas de algodoeiro cv. BRS Rubi e, reduz todos os componentes fisiológicos da cv. BRS Safira. A redução da lâmina de irrigação em 50% da CC reduz a produção de fitomassa fresca de plantas de algodoeiro, sendo a cv. BRS Safira mais tolerante ao estresse hídrico que a BRS Rubi. A concentração média de ácido salicílico de 2,52 mM atenua os efeitos do estresse hídrico sobre a concentração interna de CO_2 , a eficiência instantânea da carboxilação, a taxa de assimilação de CO_2 e favorece a condutância estomática e a fitomassa fresca de raízes de plantas de algodoeiro colorido.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L.; Algodoeiro; Déficit hídrico; Fitohormônio;

ABSTRACT

The exploration of colored cotton in the Northeast region of Brazil has stood out as one of the most important agricultural activities, since its fiber has several applications in the textile industry, generating employment and income for small and medium-sized rural producers. However, the edaphoclimatic conditions of the semiarid region of this region limit its development. In this sense, some cultivation strategies can be used to mitigate the deleterious effects promoted by the reduced water availability of the region on crops, such as the use of genetic materials tolerant to water scarcity, the management of irrigation depths and/or the application of stress attenuators, such as the phytohormone salicylic acid. Thus, this work was carried out in field conditions, with plants grown in drainage lysimeters adapted at the Federal Rural University of the Semiarid (UFERSA), Caraúbas - RN. The experiment was set up in a randomized block design, arranged in a 2 x 4 x 2 factorial scheme, with treatments consisting of two irrigation depths with water deficit (100% and 50% of field capacity - CC), four concentrations of salicylic acid - SA (0; 1.5; 3.0 and 4.5 mM) and two cotton cultivars (BRS Rubi and BRS Safira), with four replicates and one plant per plot, whose effect of the treatments were evaluated on physiological variables and phytomass of cotton plants. Reducing the irrigation depth by 50% of CC does not affect the physiological components (C_i , E, A) and the water use efficiency of cotton plants cv. BRS Rubi and reduces all physiological components of cv. BRS Safira. Reducing the irrigation depth by 50% of CC reduces the production of fresh phytomass of cotton plants, with cv. BRS Safira is more tolerant to water stress than BRS Rubi. The average salicylic acid concentration of 2.52 mM attenuates the effects of water stress on internal CO_2 concentration, instantaneous carboxylation efficiency, CO_2 assimilation rate and favors stomatal conductance and fresh phytomass of roots of colored cotton plants.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L.; Cotton; Water deficit; Phytohormone;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fases da cultura do algodoeiro.....	17
Figura 2	Valores de temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação coletados durante a condução do experimento, localizada na UFERSA, Caraúbas, Rio Grande do Norte, Brasil.....	21
Figura 3	Condutância estomática(g_s) em função a concentrações de ácido salicílico (A), g_s em interação entre os fatores lâmina de irrigação (LI) x cultivares de algodoeiro – CA (B); Concentração interna de CO_2 (C_i) em interação entre os fatores lâmina de irrigação – LI x cultivares de algodoeiro – CA (C) e C_i em função a concentrações do ácido salicílico (D), aos 66 DAS.....	26
Figura 4	Transpiração (E) em interação entre os fatores lâmina de irrigação – LI x cultivares de algodoeiro – CA (A), taxa de assimilação de CO_2 –(A) em interação entre os fatores lâmina de irrigação – LI x cultivares de algodoeiro – CA (B), taxa de assimilação de CO_2 –(A), em função a concentrações de ácido salicílico –AS (C).....	27
Figura 5	Eficiência instantânea da carboxilação (E_iC_i) em função a concentrações de ácido salicílico – AS (A). Eficiência instantânea no uso de água (E_iUA_{ae}) em interação entre os fatores lâmina de irrigação – LI x Cultivo de algodoeiro – CA (B).	29
Figura 6	Massa fresca da folha (MFF) em interação entre os fatores lâmina de irrigação – LI x Cultivo de algodoeiro – CA (A), massa fresca do caule (MFC) em interação entre os fatores lâmina de irrigação – LI x Cultivo de algodoeiro – CA (B), massa fresca da raiz em interação entre os fatores lâmina de irrigação – LI (C), massa fresca da raiz em função a concentrações de ácido salicílico – AS (D).....	31
Figura 7	Massa fresca da parte aérea (MFPA) em interação entre os fatores lâmina de irrigação – LI x Cultivares do algodoeiro – CA (A), massa fresca do total (MRT) em interação entre os fatores lâmina de irrigação – LI x Cultivares de algodoeiro – CA (B).....	32

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Características físicas e químicas da mistura solo/substrato utilizado para condução das plantas de algodoeiro. UFERSA, 2024.....22
- Tabela 2** Resumo da análise de variância para condutância estomática (g_s), concentração interna de CO_2 (C_i), transpiração (E), taxa de assimilação de CO_2 (A), eficiência instantânea da carboxilação (E_iC_i), eficiência instantânea no uso de água (E_iUA_e) das cultivares de algodoeiro em função de distintas lâminas de irrigação (LI) e concentrações de ácido salicílico (AS) aos 66 dias após o semeio (DAS).....25
- Tabela 3** Resumo da análise de variância referente ao Massa fresca da folha (MFF), do caule (MFC), das raízes (MFR), da parte aérea (MFPA), e total (MFT) por plantas de cultivares de algodoeiro em função de distintas lâminas de irrigação e concentrações de ácido salicílico (AS).....30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Taxa de assimilação de CO ₂
AS	Ácido salicílico
AMPA	Associação Matogrossense de Produtores de Algodão
BAG	Banco Ativo de Germoplasma
CA1	Cultivares de algodoeiro Rubi
CA2	Cultivares de algodoeiro Safira
CC	Capacidade de campo
<i>C_i</i>	Concentração interna de CO ₂
DAS	Dias após semeio
<i>E</i>	Transpiração
EiCi	Eficiência instantânea da carboxilação
EiUAae	Eficiência instantânea no uso de água
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
K	Potássio
L1	Lâminas de irrigação de 100%
L2	Lâminas de irrigação de 50%
<i>g_s</i>	Condutância estomática
MFF	Massa fresca da folha
MFC	Massa fresca do caule
MFR	Massa fresca da raiz
MFPA	Massa fresca da parte aérea
MFT	Massa fresca do total
VI	Volume de água a ser usado no próximo evento de irrigação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS.....	15
	2.1 Objetivo Geral.....	15
	2.2 Objetivos Específicos.....	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
	3.1. Aspectos gerais da cultura do algodoeiro	16
	3.1.1. Algodão colorido	17
	3.2. Escassez hídrica na região semiárida	18
	3.3. Déficit hídrico no algodoeiro	19
	3.4. Ácido salicílico.....	20
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
	4.1 Localização do experimento.....	20
	4.2. Delineamento experimental e tratamentos	21
	4.3 Instalação e condução do experimento.....	22
	4.4 Variáveis analisadas.....	24
	4.4.1. Trocas gasosas.....	24
	4.4.2. Fitomassa.....	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6	CONCLUSÕES.....	32
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das principais culturas têxteis cultivadas no Brasil, devido as diversas tonalidades de sua pluma, sendo o de pluma de cor branca o mais cultivado. No entanto, o cultivo do algodoeiro naturalmente colorido vem ocupando destaque, principalmente no nordeste brasileiro, em função do seu alto valor de mercado se comparado com o algodão branco, pois, com a globalização, tem aumentado a preocupação com o meio ambiente, favorecendo o uso de produtos sustentáveis pelas indústrias que descartam a utilização de corantes artificiais que contaminam os recursos naturais, reduzindo os custos de produção (Nascimento et al., 2019).

Segundo a Abrapa (2023), na safra de 2021/2022 registrou um expressivo valor de mais de 3 bilhões de dólares em exportações de algodão, solidificando o Brasil como um protagonista global nessa indústria, sendo o algodoeiro de pluma branca o mais comercializado, sendo explorado por agricultores de base familiar, tanto em sistemas convencionais quanto orgânicos, devido à sua valorização no mercado (Souza, 2000).

Esse aumento na produção se deve principalmente ao valor superior da fibra colorida em relação ao algodão branco. As fibras naturalmente coloridas são especialmente importantes por agregarem maior valor ao produto, proporcionando maior rentabilidade ao produtor. Além disso, as fibras coloridas dispensam a necessidade de tingimento, o que reduz os custos de produção do tecido (Carvalho et al., 2011).

A tolerância ao estresse varia entre espécies de plantas e, até mesmo, entre variedades de uma mesma espécie, como mostra a pesquisa de Soares et al. (2023), que avaliaram, entre outros aspectos, o crescimento e a produção de genótipos de algodoeiro de fibra coloridas (BRS Rubi, BRS Jade e BRS Safira) sob déficit hídrico em diferentes fases fenológicas da planta, constatando respostas diferentes entre os distintos genótipos estudados.

O estresse hídrico é um dos estresses abióticos, caracterizado pela ausência de umidade adequada para o crescimento normal das plantas, onde a água é o reagente ou substrato para vários processos fisiológicos, liberação de prótons e elétrons no metabolismo, assim como na regulação da abertura e fechamento estomático, possibilitando a mobilização de fotoassimilados favorecendo o crescimento das plantas (Liu et al., 2017).

Em função da complexidade das respostas das plantas aos estresses abióticos como o hídrico, salino e/ou térmico, pesquisas que visem avaliar as condições de cultivos são extremamente importantes e, dentre estas podemos citar o manejo da água de irrigação em regiões com carência hídrica e/ou a aplicação de produtos que atenuem o estresse (Silva Neta et al., 2022). Dentre estes produtos, a aplicação exógena de ácido salicílico, se constitui como alternativa viável devido ser um agente antioxidante, relacionado à defesa da planta sob condições de estresse. Outrossim, o ácido salicílico (AS) é um composto fenólico originado do metabolismo secundário, considerado um importante regulador de processos fisiológicos nas plantas (Silva et al., 2020).

A aplicação de ácido salicílico em pequenas concentrações promove a tolerância da planta ao estresse, aumentando a turgência celular. No entanto, em altas concentrações, não exerce um papel benéfico no crescimento e na produção das plantas, devido à baixa translocação, o que pode desequilibrar a atividade enzimática da planta, causando danos ao fotossistema e comprometendo o crescimento (Sofy et al., 2020; Sourì & Tohidloo, 2019).

A pesquisa científica no Nordeste do Brasil é fundamental para enfrentar os desafios causados pela escassez de chuvas, que impacta diretamente a agricultura e a sobrevivência das comunidades locais. É indispensável o desenvolvimento de soluções inovadoras, como técnicas de cultivo adaptadas às condições semiáridas ou o uso de substâncias que ajudem as plantas a suportar o estresse hídrico, possibilitando uma produção agrícola mais sustentável e eficiente.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a fisiologia e o crescimento de cultivares de algodoeiro de fibra naturalmente colorida, sob déficit hídrico associado a aplicação de ácido salicílico, cultivados em condições semiáridas do Rio Grande do Norte.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar as alterações no crescimento e fisiologia do algodoeiro colorido ocasionadas pelo déficit hídrico e aplicação exógena de ácido salicílico;
- Determinar a lâmina de irrigação tolerada pelos distintos genótipos de algodoeiro de fibra colorida, que não comprometa a fisiologia e o crescimento em termos de fitomassas das plantas;

- Identificar as concentrações de ácido salicílico capazes de atenuar os efeitos do estresse hídrico sobre os componentes fisiológicos e crescimento das cultivares das algodoeiro.

3.REFERECIAL TEÓRICO

3.1. Aspectos gerais das culturas do algodoeiro

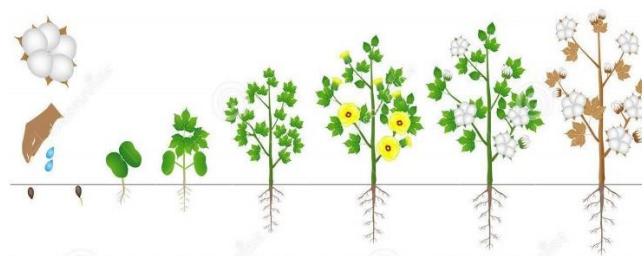
O algodoeiro é uma das principais culturas produzidas no Brasil, sendo este um dos maiores produtores mundiais dessa cultura. A colheita é realizada com 140 a 200 dias de idade, variando conforme a cultivar e as condições climáticas e ambientais. Quando o capulho do algodoeiro amadurece, mostra então a matéria fibrosa que envolve as sementes. Depois de colhido, o algodão é levado às algodoeiras, onde se separa a fibra do caroço. A fibra é matéria-prima para a indústria têxtil e de fiação (Neves & Pinto, 2012).

De acordo com os autores, há uma espécie de algodoeiro que se destaca: a *Gossypium hirsutum*, que é uma planta de importância econômica significativa, que pertence à família *Malvaceae*. Ela é cultivada principalmente por sua fibra, utilizada na produção de tecidos e outras matérias primas têxteis, óleo vegetal e ração animal (Rossi et al., 2020).

O hábito de crescimento das plantas de algodão é variável, a altura é entre 60 e 100 cm, o caule é raramente ramificado e constitui o meristema apical principal com dois tipos de ramos, constituídos por reprodutivos ou simpodiais e vegetativos, suas folhas são tri ou penta lobadas e raiz pivotante, dependendo das condições edafoclimáticas, pode atingir até 2,50 m de profundidade (Borém & Freire, 2014).

Em relação ao ciclo do algodoeiro, autores como Silva et al. (2011) dividem em cinco fases: a fase da sementeira à emergência, quando a planta ainda não emergiu do solo, pois as sementes estão em processo de germinação; a fase vegetativa, quando a planta começa a emergir, desenvolvendo folhas jovens e finas; a fase de botões florais, que é marcada pelo surgimento dos botões nas extremidades dos ramos; a fase de florescimento, em que a planta fica coberta de flores; e por fim, a fase de abertura dos capulhos, em que a planta se concentra na produção de cápsulas de algodão, que amadurecem e se abrem para expor as fibras. A Figura 1 mostra como se desenvolvem as fases da planta.

Figura 1. Fases da cultura do algodoeiro.



Fonte: Agro Pós.

A produção de algodão se tornou possível em diversas regiões devido o desenvolvimento de novos genótipos melhorados geneticamente, com melhor desempenho sob diferentes condições edafoclimáticas de cada região, além de apresentarem uma maior resistência a pragas e doenças (Echer et al., 2010).

3.1.1. Algodão colorido

A fibra de coloração natural, proveniente de plantas rustica de algodoeiro, possibilita aos agricultores maior retorno econômico, devido à alta demanda desse produto pelos países desenvolvidos de primeiro mundo, com benefícios na redução do custo operacional no tingimento artificial na industrialização e redução dos impactos ambientais que viriam a ser acometido com o uso de corantes (Bezerra et al., 2010).

O mercado de algodão colorido vem despertando o interesse dos produtores e consumidores no Brasil e no mundo. Com isso, a Embrapa Algodão desenvolve trabalhos com o intuito de suprir a demanda, com a utilização do melhoramento genético, desenvolvendo cultivares de fibra colorida que apresentem boas características e boas qualidades. Já foram lançados cinco genótipos: BRS 200, BRS Verde, BRS Rubi, BRS Safira e BRS Topázio (Carvalho et al., 2011).

BRS Rubi: cultivar herbácea, de ciclo anual, lançada em 2004, produtora de fibra de cor marrom-telha (marrom-escura ou marrom avermelhado). Tem ciclo anual, rendimento de fibra de 35,6 % em média, resistência de fibra de 24,5 g/tex, finura de 3,7, comprimento de fibra (2,5%) de 25,4mm e uniformidade de 35,6%. A cultivar BRS Rubi foi bastante produtiva em condições de sequeiro na região Nordeste, obtendo um rendimento médio de 1.848 kg/ha de algodão em caroço nos ensaios experimentais instalados em 2003 e, em 2004, de 1.894 kg/ha de algodão em caroço. Em condições de irrigação pode obter rendimento médio superior a 3,5 t/ha de algodão em caroço. Esta

cultivar possui altura média de plantas de 1,10m e ciclo até a colheita de 140-150 dias. Como a incidência de doenças foliares e de solo é baixa na região Nordeste, esta cultivar se destina preferencialmente a esta região. Como toda cultivar de fibras coloridas, embora a cor seja bastante duradoura, deve ser evitado o prolongado retardamento da colheita, evitando exposição demasiada da fibra ao sol para que se obtenha uma coloração bem intensa (Ramos et al.,2019).

BRS Safira: cultivar herbácea, de ciclo anual, lançada em 2004, produtora de fibra de cor marrom telha, por apresentar a fibra escura ou marrom avermelhado. Tem ciclo anual, rendimento de fibra de 36,6 % em média, resistência de fibra de 24,2 g/tex, finura de 3,9, comprimento de fibra (2,5%) de 24,0mm e uniformidade de 80,1%. A cultivar BRS Safira foi bastante produtiva em condições de sequeiro na região Nordeste, obtendo um rendimento médio de 1.915 kg/ha de algodão em caroço nos ensaios experimentais instalados em 2003 e, em 2004, de 1.221 kg/ha de algodão em caroço. Em condições de irrigação pode obter rendimento médio superior a 3,5 t/ha de algodão em caroço. Esta cultivar possui altura média de plantas de 1,30 m e ciclo até a colheita de 140-150 dias. Como a incidência de doenças foliares e de solo é baixa na região Nordeste, esta cultivar se destina preferencialmente a esta região. A BRS Safira poderá ser plantada em outras regiões além do Nordeste contudo deve-se escolher para o plantio, áreas livres de doenças pois a cultivar é suscetível à maioria delas. A cultivar BRS Safira apresenta resistência ao pulgão do algodoeiro (Ramos et al.,2019).

3.2. Escassez hídrica na região semiárida

O Semiárido brasileiro ocupa 12% do território nacional e 89,5% da região Nordeste (Ministério da Integração Nacional, 2017). Quando comparado com outras regiões semiáridas do mundo, o Semiárido brasileiro destaca-se por apresentar maior concentração de chuva, visto que possui uma média anual entre 200 e 800 mm (Articulação do Semiárido Brasileiro - ASA, 2017).

Nesse ambiente, a ocorrência de anos consecutivos de seca e de chuva concentrados em poucos dias caracterizam o cotidiano das famílias, da produção pecuária e da agricultura. De acordo Moura, Espindola Sobrinho, Silva (2019), aliada à baixa precipitação média anual, a taxa de evaporação de água é elevada, variando de 1000 a 2000 mm ano, podendo chegar a 3000 mm em certas áreas do Nordeste, ou seja, três vezes maior que as precipitações, fato que representa uma perda significativa, tanto em superfícies livres como no solo, afetando o crescimento das plantas.

Um dos principais fatores limitantes a produção agrícola, nessas regiões, é a irregularidades das precipitações pluviométricas ao longo do ano, que aliado a elevadas temperaturas, baixas precipitações pluviométricas, baixa umidade relativa do ar e elevado potencial de evapotranspiração (maior que a precipitação durante todo o ano), proporciona um balanço hídrico negativo, tornando a prática agrícola limitada pelas condições ambientais desfavoráveis (Araújo, 2018; Oliveira, 2021).

Esta circunstância de dúvidas em relação à disponibilidade de água ocasiona uma insegurança quando necessária uma decisão de políticas de desenvolvimento agropecuário para a região, fazendo-se necessárias medidas de planejamento e estudo dos recursos hídricos acessíveis, a fim de atender a demanda da população para uso na agricultura (Brito et al., 2007).

3.3. Déficit hídrico no algodoeiro

O algodoeiro é uma das principais culturas explorada na região Nordeste do Brasil, apresentando grande importância socioeconômica. Apesar da importância, sua exploração pode ser limitada em função da escassez hídrica encontrada na região. O semiárido nordestino apresenta períodos de escassez hídrica em virtude da má distribuição das chuvas e elevadas taxas de evapotranspiração, o que afeta diretamente desenvolvimento das culturas. Sob condições de estresse hídrico, as plantas sofrem distúrbios fisiológicos e metabólicos, que resultam em danos nos tecidos foliares e redução na eficiência fotossintética (Wang et al., 2023).

O algodoeiro está continuamente exposto a diversos estresses ambientais, sendo a seca o mais significativo estresse abiótico, pois limita a sua produtividade agrícola. A seca atualmente reduz o rendimento das safras em mais de 50% em todo o mundo (Baboev et al., 2017). Para o algodão submetido a supressão hídrica, o decréscimo no rendimento da fibra é devido a fatores como a diminuição na área foliar para interceptação de luz, na eficiência fotossintética média, no crescimento da planta, no número de nós vegetativos e simpodiais e botões florais (Pettigrew, 2004; Wells & Stewart, 2010).

O manejo da água por meio da irrigação deficitária tem ganhado importante papel como forma de mitigar essa problemática, pois consiste na redução do aporte de água em períodos específicos no ciclo da cultura, sendo essa suficiente para manutenção do rendimento das culturas (Carvalho et al., 2015). A água é essencial nas reações bioquímicas, enzimáticas, expansão celular, transpiração e no transporte de nutrientes,

assim, o uso de cultivares de algodoeiro que sejam tolerantes a escassez hídrica é essencial no desenvolvimento, rendimento e qualidade da fibra da cultura (Eid et al., 2022).

No entanto, uma vez que as atividades fisiológicas e metabólicas da cultura estão diretamente vinculadas ao seu consumo hídrico, essa capacidade adaptativa se dará em detrimento da produtividade (Bezerra et al., 2003).

Até mesmo as culturas tolerantes ao estresse hídrico estão expostas aos efeitos negativos ocasionados pelo déficit hídrico. O algodoeiro mesmo sendo uma planta tolerante ao estresse hídrico, a deficiência de umidade no solo em determinadas fases do ciclo de cultivo causa severos danos, afetando as estruturas reprodutivas e, conseqüentemente, redução na produtividade (Alves et al., 2019). Portanto, é crucial entender como a disponibilidade de água afeta a produtividade do algodoeiro, para integrar o crescimento e desenvolvimento com a produção.

3.4 Ácido salicílico

O ácido salicílico (AS) é um regulador vegetal que atua no desenvolvimento das plantas mitigando os efeitos adversos ocasionados pelos estresses bióticos e abióticos, ativando mecanismos de defesa nas mesmas. A aplicação de AS em baixas concentrações aumenta o acúmulo de osmoprotetores, melhorando a turgência nas células vegetais sob estresse e a ativação de enzimas antioxidantes, proporcionando estabilidade na membrana (Dutra et al., 2017; Costa et al., 2022).

Conforme Wani (2017), o ácido salicílico tem sua funcionalidade contra estresses bióticos, a sua aplicação de forma exógena causa manifestação de genes em defesa de origem patogênica e provoca a resistência contra patógenos de origem fitopatogeniocos (fungos, vírus e bactérias).

Nessa perspectiva, estudos buscam relacionar o uso do AS para amenizar os efeitos de estresses, como é o caso de Carvalho et al. (2020) que trabalharam com o ácido salicílico como estratégia de mitigação para os efeitos do déficit hídrico em plantas de manjerição. Eles concluíram que o AS contribuiu positivamente como atenuador dos efeitos do estresse hídrico, promovendo melhorias nas variáveis condutância estomática e o teor relativo de água.

4.MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do experimento

A pesquisa foi desenvolvida no período de agosto a dezembro de 2023, em condição de campo, com as plantas conduzidas em lisímetros de drenagem, em uma área experimental da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no

município de Caraúbas – RN, Brasil. situada nas coordenadas geográficas 05°46'23" S e 37°34'12" W, a uma altitude de 144 m. De acordo com a classificação de Köppen como BSh, semiárido quente. Durante o período experimental, foram coletados dados de temperatura média, umidade relativa do ar e precipitações (Figura 2) na estação meteorológica do Centro Multidisciplinar de Caraúbas (UFERSA).

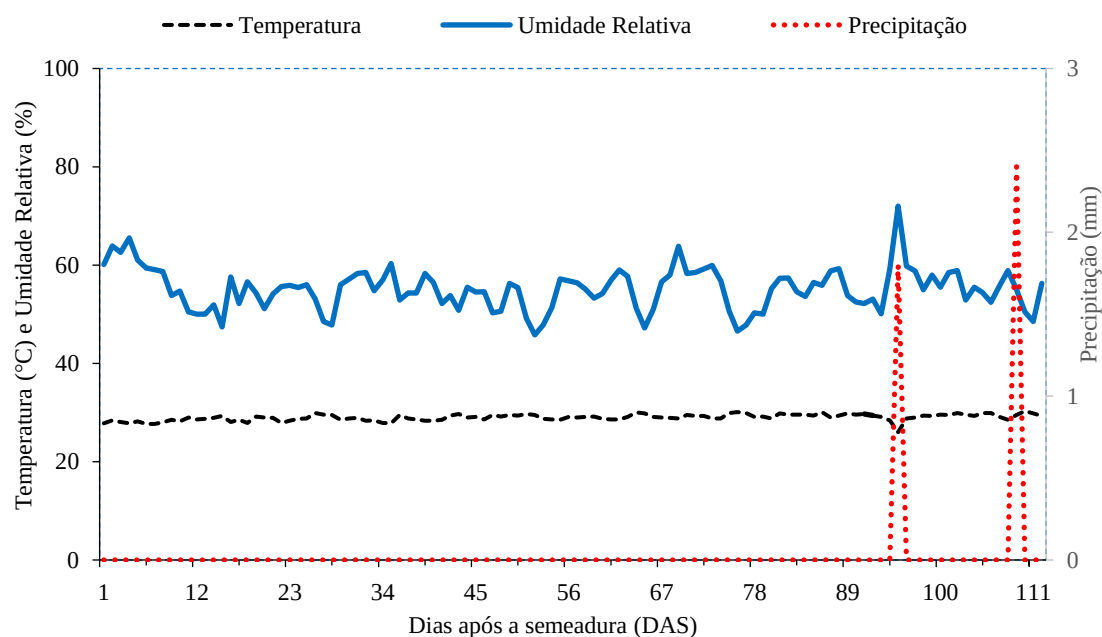


Figura 2. Valores de temperatura média, umidade relativa do ar e precipitações pluviométricas coletados durante a condução do experimento, localizada na UFERSA, Caraúbas, Rio Grande do Norte, Brasil.

4.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial $2 \times 4 \times 2$, referentes às lâminas de irrigação (100% – L1 e 50% – L2 da Capacidade de Campo – CC), quatro concentrações de ácido salicílico – AS (0; 1,5; 3,0 e 4,5 mM) e duas cultivares de algodoeiro (CA1 – ‘BRS Rubi’; CA2 – ‘BRS Safira’), com quatro repetições, onde cada parcela experimental era composta por uma planta conduzida em lisímetro de drenagem, com espaçamento de 0,6 m entre plantas e 1,0 m entre linhas.

O genótipo algodoeiro BRS Rubi possui uma altura média de 110 cm, ciclo de desenvolvimento entre 140 e 150 dias, florescendo aproximadamente aos 55 dias. Esse genótipo pode ser cultivado tanto em condições de sequeiro, com uma produtividade média de 1.894 kg ha^{-1} no Semiárido brasileiro, quanto em regime irrigado, onde alcança um rendimento médio superior a 3.500 Kg ha^{-1} de algodão em caroço (Ramos et al., 2019) e

outro genótipo estudado foi o BRS Safira, caracterizado por sua elevada produtividade em condições de sequeiro na região Nordeste, onde a baixa incidência de doenças foliares e do solo é favorável. Ensaios realizados em 2003 e 2004 confirmaram sua eficiência, registrando produtividades médias de 1.915 e 1.221 kg ha⁻¹ de algodão em caroço (Kouri et al., 2019).

4.3 Instalação e condução do experimento

Os lisímetros de drenagem, constituídos por vasos de polietileno com capacidade de 20 L (35 cm de altura, 31 cm de diâmetro superior e 20 cm de diâmetro inferior), apoiados sobre tijolos cerâmicos a uma altura de 15 cm do solo. Na base de cada lisímetro, foi instalado um sistema de drenagem composto por uma mangueira transparente de 1,27 cm de diâmetro e 15 cm comprimento, que conectava o lisímetro a uma garrafa PET de 2,0 L visando coletar a água de drenagem e estimativa do consumo hídrico das plantas. A extremidade do dreno no interior do lisímetro foi envolvida com manta geotêxtil para evitar obstrução pelo material de solo.

Os lisímetros foram preenchidos em camadas, iniciando com 2 Kg de brita na base, seguidos por 2 Kg de areia lavada e 10 Kg de solo de textura franco-arenosa. Na camada superior, foi adicionada uma mistura composta por 2 Kg de substrato (esterco bovino curtido, pó de carvão vegetal e palha de carnaúba triturada na proporção 1:1:1) e 4 Kg de solo de textura franco-arenosa, proveniente da área agrícola do município de Caraúbas, RN, cujas características químicas e físico-hídricas de solo foram determinadas de acordo com Teixeira et al. (2017) e estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e químicas da mistura solo/substrato utilizado para condução das plantas de algodoeiro. UFERSA, 2024.

condições das plantas de algodão: OLERON, 2024.												
	Areia		Silte	Argila		Classificação textural	CEes	pHes H ₂ O	M.O			
	-----%-----						dS m ⁻¹	g kg ⁻¹				
	16		79,3		4,7		Franca	0,41	6,38	33,08		
P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H + Al)	SB	T	CTC	V	m	PST
cmolc dm ⁻³			-----cmolc dm ⁻³ -----					-----%-----				
313,3	66,8	50,2	8,20	3,95	0,00	2,08	12,54	12,54	14,62	86	0	1,0

M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Al³⁺ e (H⁺ + Al³⁺) extraídos utilizando-se CaOAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; CEes – condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25°C; pHes – pH do extrato de saturação do substrato.

O volume de água necessário para que o solo contido nos lisímetros atingisse a capacidade de campo (CC) foi determinado utilizando o método de saturação por

capilaridade, seguido de drenagem livre, conforme a metodologia proposta por Casaroli e Van Lier (2008). O volume de água drenada foi registrado e utilizado para estimar o balanço hídrico da cultura, conforme equação 1 e, a partir daí determinou-se as lâminas de irrigação correspondentes a 50 e 100% da CC.

$$VI = \frac{(V_a - V_d)}{(1 - FL)} \quad (1)$$

Onde: VI = volume de água a ser usado no próximo evento de irrigação (mL); V_a = volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL); V_d = volume drenado (mL); e FL = fração de lixiviação (0,10).

As concentrações de AS foram aplicadas exogenamente, com estudo realizado anteriormente nos níveis estabelecidos por Silva et al. (2019) na cultura da graviola. O preparo das concentrações de AS se deu pela diluição do AS com pureza de 30% em água destilada, enquanto, no tratamento (0,0 μ M), aplicou-se apenas água destilada nas plantas. Aos 23 dias após a semeadura (DAS), iniciou-se a aplicação do produto, por meio de pulverizações foliares realizadas em intervalo de 12 dias, até o final do experimento. Para isso, utilizou-se um borrifador, com o volume aplicado ajustado ao crescimento das plantas. Outrossim, durante as aplicações, foi utilizado um suporte para evitar a deriva do produto.

A semeadura foi realizada com cinco sementes por lisímetro, distribuídas de forma equidistante, a 1,5 cm de profundidade. Aos 20 DAS realizou-se o desbaste, deixando apenas uma planta por lisímetro, considerando a plântula mais desenvolvida.

Visando atender às necessidades nutricionais das plantas, realizou-se adubações com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), seguindo as recomendações de Novais et al. (1991) e usando doses de 100, 300 e 150 mg kg⁻¹ de solo de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, empregando os fertilizantes ureia, fosfato monoamônio (MAP) e cloreto de potássio. O fósforo foi aplicado em dose basal, enquanto o N e o K foram aplicados em cobertura, via fertirrigação, aos 30 e 60 DAS.

Durante a condução do experimento, foram efetuados os tratos culturais (limpeza da área, capina entre as linhas dos lisímetros, escarificação superficial do solo dos vasos) e fitossanitários (aplicação de inseticidas) preconizados para a cultura, monitorando o surgimento de pragas, adotando-se medidas de controle quando necessário.

4.4 Variáveis analisadas

4.4.1. Trocas gasosas

Foram realizadas avaliações fisiológicas aos 66 DAS, a partir das variáveis: Taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração intercelular de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$], mensurada com analisador de gás no infravermelho (IRGA) LCpro com fonte de luz constante de 1200 $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e concentração de CO₂ a 370 $\mu\text{mol mol}^{-1}$. A avaliação foi realizada usando a terceira folha da planta, contada a partir do ápice.

4.4.2. Fitomassa

Foi avaliado em função da produção de fitomassa ao final do experimento (112 DAS), onde as plantas foram coletadas, separadas em folhas, caule e raízes; posteriormente, o material foi pesado para obtenção da massa fresca de folhas (MFF), de caule (MFC), de raízes (MFR), da parte aérea (MFPA) e total (MFT) por plantas do algodoeiro.

As médias das variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA), com pelo teste F de probabilidade. As médias referentes as lâminas de irrigação e cultivares de algodoeiro foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e as concentrações de ácido salicílico por regressão polinomial de 2º grau. Para análise dos dados utilizou-se o software estatístico SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o resumo da análise de variância (Tabela 2) vê-se efeito significativo da interação entre os fatores ‘lâminas de irrigação (LI) x cultivares do algodoeiro (CA)’ sobre as variáveis condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), taxa de assimilação de CO₂ (A), eficiência instantânea no uso de água (EiUA) e, da interação ‘LI x concentrações de ácido salicílico (AS)’ sobre a concentração interna de CO₂ (Ci), taxa de assimilação de CO₂ (A), eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) de cultivares do algodoeiro; e do fator isolado concentrações de ácido salicílico sobre a gs.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para condutância estomática (*gs*), concentração interna de CO₂ (*Ci*), transpiração (*E*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), eficiência instantânea da carboxilação (*EiCi*), eficiência instantânea no uso de água (*EiUA*) das cultivares de algodoeiro em função de distintas lâminas de irrigação (*LI*) e concentrações de ácido salicílico (*AS*) aos 66 Dias Após o Semeio (*DAS*).

Fonte de Variação	Quadrados Médios					
	<i>gs</i>	<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>A</i>	<i>EiCi</i>	<i>EiUA</i>
Lâmina de irrigação (<i>LI</i>)	538022,25 ^{**}	6025,64 ^{**}	50,85 ^{**}	149,23 ^{**}	0,0001 ^{ns}	5,56 ^{**}
Concentrações de <i>AS</i>	31529,06 [*]	527,30 ^{ns}	2,28 ^{ns}	61,98 ^{**}	0,0005 ^{ns}	0,53 ^{ns}
Reg. Linear	2702,81 ^{ns}	15,75 ^{ns}	0,23 ^{ns}	10,62 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
Reg. Quadrática	68251,56 [*]	1472,64 ^{ns}	5,79 ^{ns}	175,13 ^{**}	0,0013 ^{ns}	1,13 ^{ns}
Cultivares do Algodoeiro (<i>CA</i>)	36576,56 ^{ns}	3466,26 [*]	4,90 ^{ns}	4,66 ^{ns}	0,0011 ^{ns}	1,81 ^{ns}
Interação (<i>LI</i> x <i>AS</i>)	10929,58 ^{ns}	1641,93 [*]	2,57 ^{ns}	56,20 ^{**}	0,0018 [*]	0,36 ^{ns}
Interação (<i>LI</i> x <i>CA</i>)	76452,25 [*]	3766,89 [*]	24,26 ^{**}	41,71 [*]	0,0001 ^{ns}	3,61 ^{**}
Interação (<i>AS</i> x <i>CA</i>)	15685,72 ^{ns}	195,97 ^{ns}	1,85 ^{ns}	10,50 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,51 ^{ns}
Interação (<i>LI</i> x <i>AS</i> x <i>CA</i>)	729,41 ^{ns}	456,93 ^{ns}	2,94 ^{ns}	6,23 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,83 ^{ns}
Bloco	3298,27 ^{ns}	233,64 ^{ns}	0,20 ^{ns}	2,79 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,01 ^{ns}
CV (%)	25,58	12,46	17,10	9,98	17,19	18,92

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,01$ e significativo a $p < 0,05$; CV = coeficiente de variação.

Houve resposta significativa das concentrações do ácido salicílico sobre condutância estomática das plantas de algodoeiro (Tabela 2) e conforme equação de regressão (Figura 3A) houve melhor ajuste dos dados ao modelo quadrático, cuja maior *gs* ($464,73 \text{ mol s}^{-2} \text{ m}^{-1}$) foi obtido em plantas sob 2,10 mM de *AS*, denotando que esse comportamento seja em função do ácido salicílico atuar no processo de divisão celular, contribuindo com crescimento vegetal quando fornecida quantidade adequada (Feitosa et al., 2016).

A condutância estomática também foi afetada pela interação entre *LI* x *CA* e, de acordo com a Figura 3B, vê-se que as plantas dos distintos cultivares irrigadas com lâmina com 100% da CC tiveram as maiores *gs*, sendo estes superior ao das plantas irrigadas com 50% da CC em $114,25 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (22,63%) na BRS Rubi e $252,5 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (48%) na BRS Safira e, vê-se ainda que a *gs* do BRS Rubi foi superior ao do BRS Safira em 29,95% quando as plantas estavam sob a lâmina de 50% da CC, indicando maior tolerância deste material genético, favorecendo a realização da fotossíntese (Sadok et al., 2021). Quando os distintos cultivares estavam sob lâmina de 100% da CC não diferiram entre si.

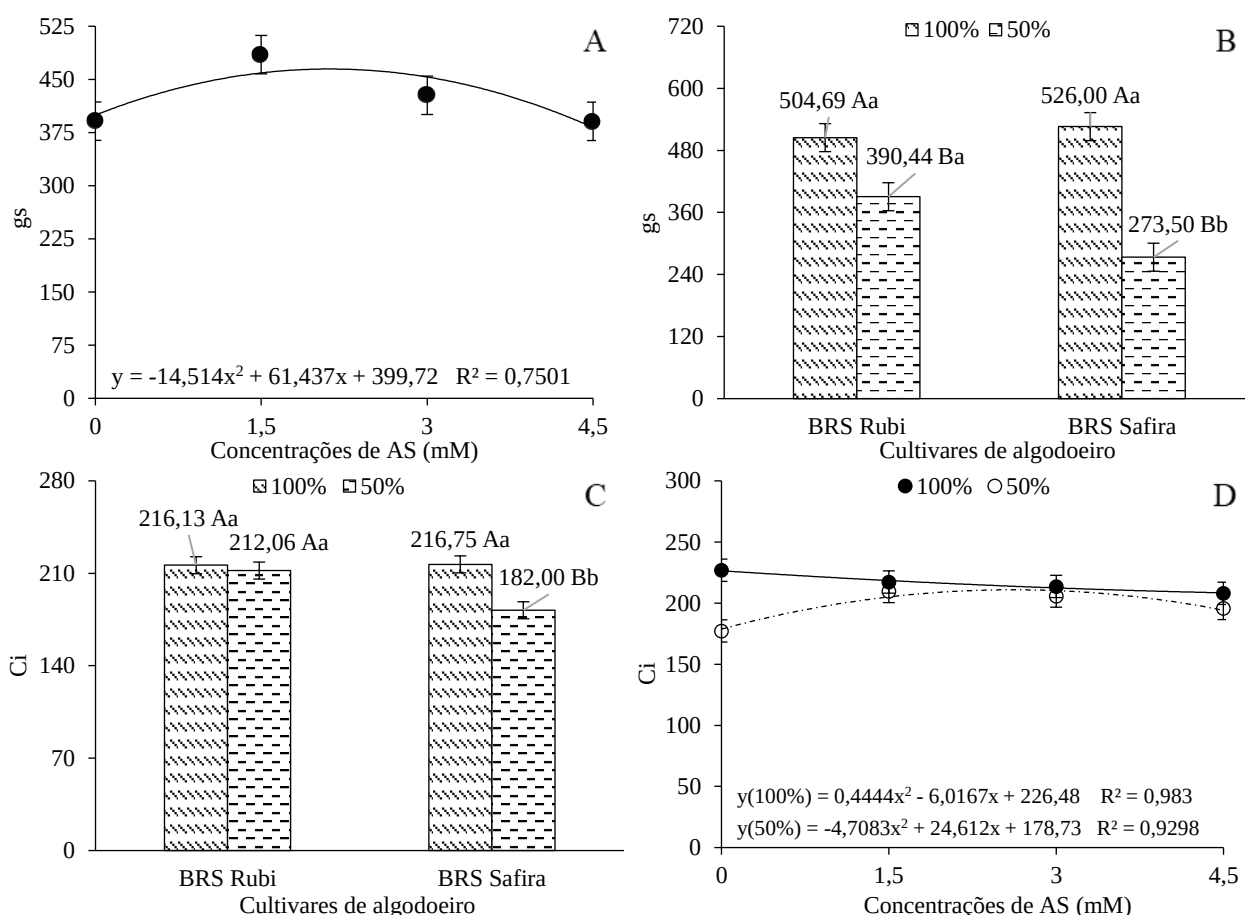


Figura 3. Condutância estomática (g_s) em função a concentrações de ácido salicílico (A) e da interação entre ‘lâmina de irrigação (LI) x cultivares de algodoeiro – CA’ (B); Concentração interna de CO_2 (C_i) sob interação entre ‘LI x CA (C) e C_i em função da interação ‘LI x concentrações do ácido salicílico – AS’ (D), aos 66 DAS.

Verifica-se interação significativa para concentração interna de CO_2 em funções das LI x CA (Tabela 2) e, de acordo com a Figura 3C, observa-se que para a BRS Rubi não ocorreu diferença significativa na C_i em função das distintas lâminas (100% e 50% da CC) já para o BRS Safira, as plantas sob 50% da CC tiveram redução de 16,03% na C_i em comparação as plantas sob fornecimento pleno de água (100% da CC). Outrossim, os cultivares de algodoeiro diferiram estatisticamente apenas quando estavam sob a lâmina de 50% da CC, sendo a BRS Rubi superior a BRS Safira em 14,18%, denotando, assim como constatado para a g_s (Figura 3B) maior tolerância da BRS Rubi ao estresse hídrico ocorrido possivelmente em função de fatores genéticos.

A concentração interna de CO_2 foi afetada significativamente pela interação entre LI x AS e, de acordo com as equações de regressões (Figura 3D), os dados relativos as LI se ajustaram ao modelo quadrático, onde nas plantas sob a L1 (100% da CC) o maior valor de C_i ($226,48 \mu\text{mol mol}^{-1}$) foi obtido em plantas sem aplicação de AS, ocorrendo decréscimo da C_i em função do aumento das concentrações de AS, já para as plantas sob

a LI de 50% da CC, observa-se que a maior valor C_i ($210,89 \mu\text{mol mol}^{-1}$) foi encontrado sob a concentração de 2,6 mM de AS, indicando que o AS em quantidades adequadas atenua o estresse hídrico possivelmente devido ele atuar na regulação estomática, favorecendo, assim, a entrada de CO_2 nas células (Arfan et al., 2007). Outrossim, o ácido salicílico desempenha diversos papéis fisiológicos nas plantas, aumentando a atividade de enzimas antioxidantes como peroxidases, superóxido dismutases e catalases, contribuindo com a eliminação de espécies reativas de oxigênio e redução da degradação da clorofila (Azad et al., 2021), de forma a reduzir o efeito estressante da falta de água.

A interação entre ‘lâmina de irrigação x cultivares de algodoeiro’ afetaram significativamente a transpiração de plantas de algodoeiro e, conforme a Figura 4A vê-se que a E da cultivar BRS Safira reduziu em 36,13% quando as plantas estavam sob a lâmina de 50% da CC em comparação as sob 100% da CC, já para a BRS Rubi, não houve diferença estatística sob as distintas lâminas estudadas, indicando maior tolerância desse material genético.

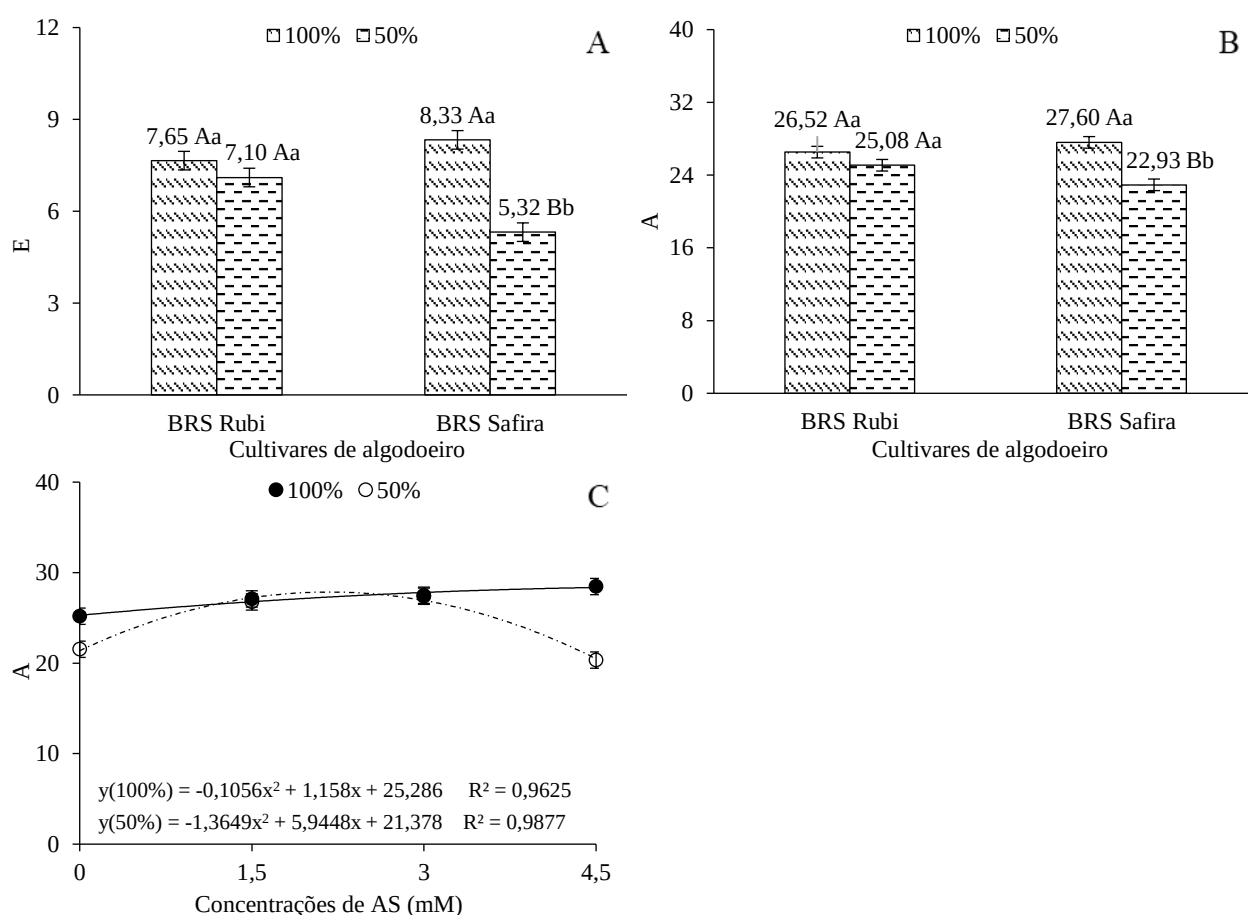


Figura 4. Transpiração - E em interação entre ‘lâmina de irrigação – LI x cultivares de algodoeiro – CA’ (A); taxa de assimilação de CO_2 - A em função da interação entre ‘LI x CA’ (B) e de LI x Concentrações de ácido salicílico – AS (C).

A interação entre os fatores 'LI x CA', assim como constatado para *gs* (Figura 3B), *Ci* (Figura 3C) e (Figura 4A), afetou significativamente a taxa de assimilação (*A*) e, conforme o teste de comparação de média (Figura 4B), verifica-se que sob a aplicação da lâmina de 100% da CC, os cultivares de algodoeiro não diferiram entre si, já sob a lâmina de 50% da CC, o cultivar BRS Rubi superou em 8,57% a taxa de assimilação de CO₂ da BRS Safira. Outrossim, a da BRS Rubi não diferiu em função das distintas lâminas estudadas (100% e 50% da CC) já, na BRS Safira, as plantas irrigadas com a menor lâmina (50% da CC) tiveram redução de 16,92% na *A*, em comparação as sob 100% da CC.

O fornecimento de concentrações de ácido salicílico favoreceu a taxa de assimilação de CO₂ de plantas de algodoeiro e, conforme Figura 4C, observa-se que sob a lâmina de 100% da CC o maior valor de *A* (28,35 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foi obtido em plantas sobre 4,50 mM e a menor *A* (25,28 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foi em plantas sem aplicação de AS. Nas plantas que estavam sob irrigação com lâminas de 50% da CC, o melhor ajuste dos dados se deu em modelo quadrático sendo o maior valor foi (27,8504 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtido em plantas sobre 2,20 mM, denotando que o efeito positivo do uso do AS sob a taxa de assimilação de CO₂ pode estar relacionado a capacidade que o AS tem favorecer as trocas gasosas e as atividades enzimática mantendo o balanço satisfatórios entre produção e eliminação de espécies reativas de oxigênio (Batista et al., 2019), desde que sejam aplicadas quantidades satisfatórias deste produto.

Houve interação significativa entre os fatores LI x AS sobre a eficiência instantânea da carboxilação e segundo as equações de regressão (Figura 5A), observa-se que quando as plantas estavam sob ambas as lâminas de irrigação, os dados se ajustaram ao modelo quadrático onde, nas plantas sob 50% da CC a maior *EiCi* (0,1410 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foi obtido em plantas sobre 4,50 mM e, nas plantas sob 100% da CC o maior *EiCi* (0,1301 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) foi encontrado em plantas sob 2,10 mM de AS, demonstrando que o esse fitohormônio quando aplicado em quantidades adequadas pode favorecer as plantas expostas a distintas situações de disponibilidade hídrica, entretanto, denota-se que seu efeito é mais promissor em plantas sob estresse.

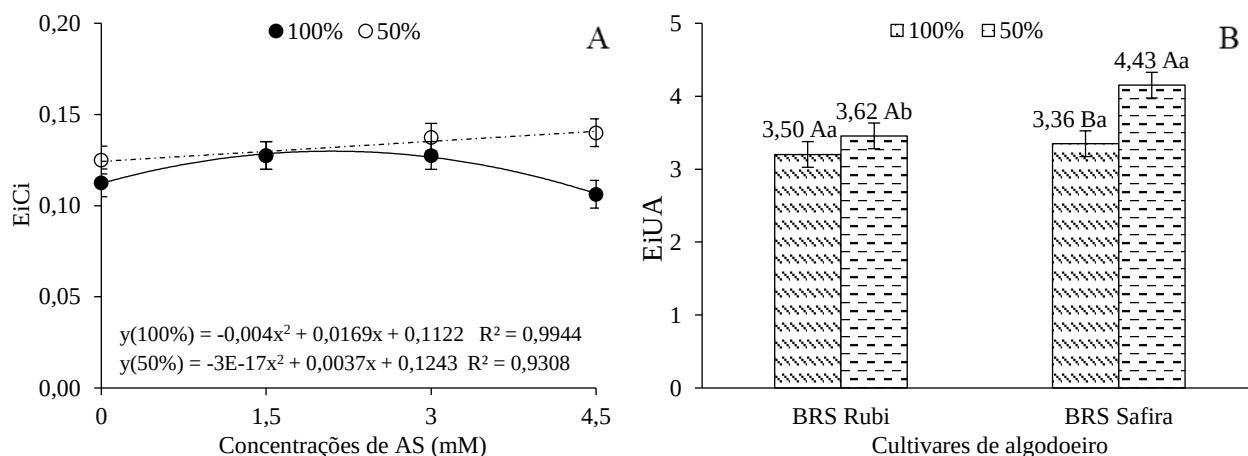


Figura 5. Eficiência instantânea da carboxilação - EiCi em função da interação entre 'lâminas de irrigação - LI x concentrações de ácido salicílico - AS' (A); e Eficiência instantânea no uso de água - EiUA sob interação entre 'LI x Cultivares de algodoeiro - CA' (B).

As distintas cultivares de algodoeiro divergiram significativamente em termos eficiência instantânea no uso de água (EiUA) em função das lâminas de irrigação aplicadas, ocorrendo maior EiUA na cultivar BRS Safira sob 50% da CC que superou a BRS Rubi sob mesma lâmina em 18,28%, já sob lâmina de 100% não houve diferença significativa entre cultivares. Outrossim, as plantas da BRS Rubi não diferiram em função das diferentes lâminas, já para a BRS Safira, as plantas sob a menor lâmina superaram as sob 100% da CC em 24,15%. Trabalhos realizados por Azevedo et al. (2007), Farias et al. (2007) e Lima et al. (2007) com outras culturas, como bananeira, cana-de-açúcar e meloeiro, e Sousa Júnior (2007) com o algodoeiro herbáceo BRS Verde, também encontraram maiores valores de EiUA com a diminuição das lâminas de irrigação aplicadas, indicando que as plantas sob estresse tendem a desenvolver mecanismos que favoreçam sua sobrevivência.

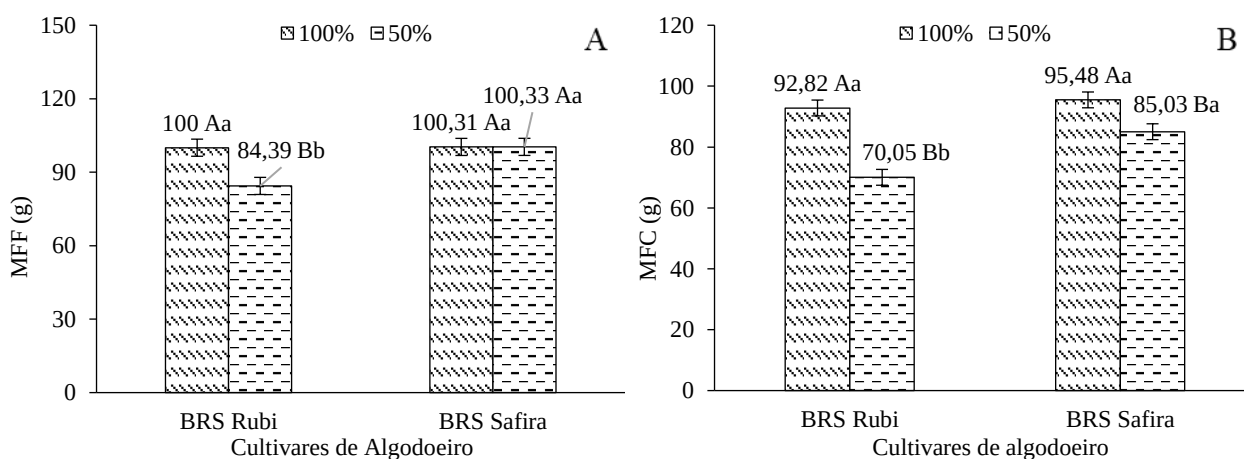
Nota-se a partir do resumo da análise de variância (Tabela 3) haver efeito da interação entre os fatores lâmina de irrigação - LI x Cultivares de algodoeiro - CA sobre a massa fresca de folhas (MFF), de caule (MFC), da parte aérea (MFPA) e total (MFT) por plantas de algodoeiro. Houve ainda efeito isolado das lâminas de irrigação e das concentrações de ácido salicílico - AS sobre a MFR.

Tabela 3. Resumo da análise de variância referente a massa fresca de folhas (MFF), do caule (MFC), de raízes (MFR), da parte aérea (MFPA) e total (MFT) de cultivares de algodoeiro em função de distintas lâminas de irrigação (LI) e concentrações de ácido salicílico (AS) aos 112 Dias Após o Semeio (DAS).

Fonte de Variação	Quadrados Médios				
	MFF	MFC	MFR	MFPA	MFT
Lâmina de irrigação (LI)	971,41*	4416,10**	544,11**	9529,90**	14627,99**
Concentrações de AS	219,65 ^{ns}	124,88 ^{ns}	57,18*	561,18 ^{ns}	872,26 ^{ns}
Reg. Linear	10,84 ^{ns}	162,12 ^{ns}	119,89*	89,09 ^{ns}	415,66 ^{ns}
Reg. Quadrática	646,81 ^{ns}	210,14 ^{ns}	48,52 ^{ns}	1594,30 ^{ns}	2199,25 ^{ns}
Cultivares do Algodoeiro (CA)	1057,87*	1244,59**	10,02 ^{ns}	4597,34**	5036,91**
Interação (LI x AS)	95,81 ^{ns}	5,991 ^{ns}	25,65 ^{ns}	142,65 ^{ns}	91,10 ^{ns}
Interação (LI x CA)	977,03*	607,06*	0,3291 ^{ns}	3124,39**	3189,00*
Interação (AS x CA)	306,66 ^{ns}	62,53 ^{ns}	28,85 ^{ns}	625,20 ^{ns}	601,14 ^{ns}
Interação (LI x AS x CA)	108,77 ^{ns}	734,90**	24,97 ^{ns}	955,63 ^{ns}	1205,19 ^{ns}
Bloco	128,65 ^{ns}	391,28*	62,05*	881,02 ^{ns}	1397,91*
CV (%)	14,52	12,12	23,90	11,15	11,06

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,01$ e significativo a $p < 0,05$; CV= coeficiente de variação.

A interação entre os fatores LI x CA afetou significativamente a massa fresca da folha (MFF) e, de acordo com o teste de comparação de média (Figura 5A), vê-se que, sob aplicação da lâmina de 100% da CC a plantas das distintas cultivares não diferiram estatisticamente, já sob a lâmina de 50% da CC cv. BRS Safira superou a MFF da BRS Rubi em 15,89%. Outrossim, as plantas da BRS Safira não diferiram em termos de MFF sob as distintas lâminas de irrigação, já as plantas da cv. BRS Rubi sob 100% da CC superaram em 15,61% a MFF das plantas sob 50% da CC, denotando que esse material genético de algodoeiro foi mais sensível em termos de fitomassa das folhas.



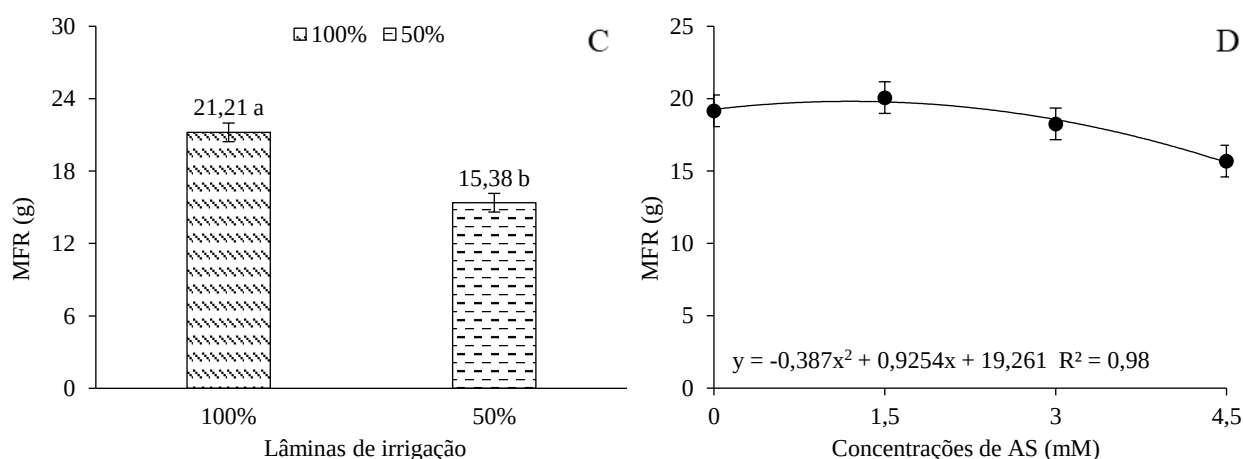


Figura 6. Massa fresca de folhas – MFF (A) e de caule – MFC (B) em função da interação entre os fatores lâmina de irrigação – LI x cultivares de algodoeiro - CA; massa fresca da raiz em função das lâminas de irrigação – LI (C) e das concentrações de ácido salicílico – AS (D).

Conforme Figura 6B vê-se que a massa fresca do caule das distintas cultivares de algodoeiro foram influenciadas pelas lâminas de irrigação, onde conforme teste de médias verifica-se que as maiores MFC foram obtidas em plantas sob lâmina de 100% da CC que superaram a MFC das plantas sob 50% da CC em 24,53% (BRS Rubi) e 10,94% (BRS Safira). Outrossim, sob lâmina de 100% da CC os genótipos não divergiram estatisticamente e, sob 50% da CC a cv. BRS Safira superou a BRS Rubi em 17,61% (15 g), denotando, assim como constatado para a MFF (Figura 6A) que o BRS Safira foi mais tolerante ao estresse hídrico, o que pode ser uma resposta adaptativa desta cultivar a condição adversa (Khan et al., 2014).

A massa fresca de raízes foi influenciada pelas lâminas de irrigação onde nota-se (Figura 5C) que as plantas sob maior disponibilidade hídrica (100% da CC) obtiveram o maior valor de MFR (21,21g), sendo esta superior em 27,48% (5,83g) ao das plantas sob restrição hídrica (50% da CC), indicando, assim como constatado para a MFC (Figura 6B) que a escassez hídrica promove alteração nas plantas ao ponto de reduzir a produção de fitomassa em alguns órgãos das plantas.

As concentrações de ácido salicílico também afetaram a MFR e, de acordo com equação de regressão (Figura 6D), obteve resposta quadrática dos dados, no qual, o maior valor (19,81) foi obtido em plantas sob a concentração de 1,20 mM de AS, e o menor valor obtido foi (15,58g) em plantas na concentração de 4,50 mM. Esse fator provavelmente decorre da função reguladora que o AS desempenha nos processos de ordem fisiológica, a qual contribui para o crescimento e desenvolvimento da planta, pois atua na redução do potencial osmótico da raiz, fazendo com que a planta consiga realizar

a absorção de solutos, bem como ficar com as células túrgidas, facilitando a expansão e a produção de fitomassa (Taiz et al., 2017).

Observa-se efeito significativo da interação entre 'lâminas de irrigação x cultivares de algodoeiro' sobre a massa fresca parte aérea (Figura 7A) e total por planta (Figura 7B) e, conforme os testes de médias vê-se os maiores valores de fitomassas em ambos cultivares (BRS Rubi; BRS Safira) sob a lâmina de 100% da CC onde, em termos de MFPA (Figura 6A), houve diferença significativa apenas para a cv. BRS Rubi cujas plantas sob 100% da CC superaram as que estavam sob lâmina de 50% da CC em 19,90%; já para a MFT (Figura 6B), as plantas sob 50% da CC tiveram diminuição de 20,75% (44,36g) na cv. BRS Rubi e de 7,41% (16,12g) na cv. BRS Safira, demonstrando assim como observado nas outras variedades de fitomassa fresca que a cv. Safira foi mais tolerante ao estresse hídrico, possivelmente devido a característica genética deste vegetal e/ou em função desta cultivar ter apresentado melhor eficiência no uso da água conforme constatado na Figura 5B.

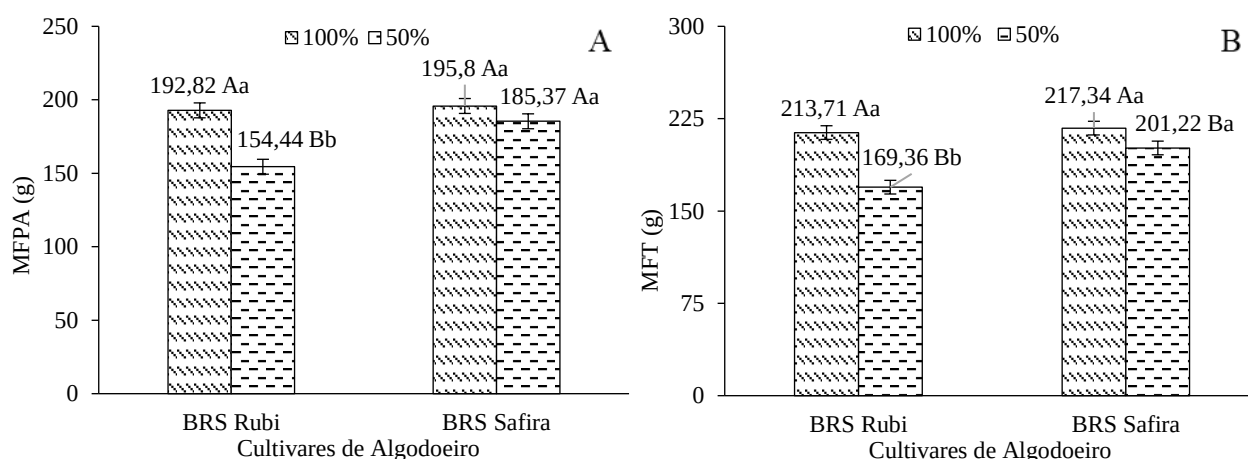


Figura 7. Massa fresca da parte aérea - MFPA (A) e total por planta - MFT (B) em função da interação entre os fatores lâmina de irrigação - LI x Cultivares do algodoeiro - CA.

6. CONCLUSÕES

A redução da lâmina de irrigação em 50% da CC não afeta os componentes fisiológicos (C_i , E , A) e a eficiência do uso de água de plantas de algodoeiro cv. BRS Rubi e, reduz todos os componentes fisiológicos da cv. BRS Safira.

A redução da lâmina de irrigação em 50% da CC afeta a produção de fitomassa fresca de plantas de algodoeiro, sendo a cv. BRS Safira mais tolerante ao estresse hídrico que a BRS Rubi.

Concentração média de ácido salicílico de 2,52 mM atenua os efeitos do estresse hídrico sobre a concentração interna de CO_2 , a eficiência instantânea da carboxilação, a

taxa de assimilação de CO₂ e favorece a condutância estomática e a fitomassa fresca de raízes de plantas de algodoeiro colorido.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPA. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 27 de abril de 2023.

ALVES, F.; A.; L. CAVALCANTE, F.; de S. JUNIOR, I.; S.; de O. FERRAZ, I. SILVA, S.; M.; S. Competição de variedades de algodão herbáceo para o cultivo no agreste pernambucano. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**. v.24, n.1, 2019.

ARAÚJO, W. P. Irrigação fenológica em duas cultivares de algodoeiro herbáceo. 132 p. Tese Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

ARFAN, M.; ATHAR, H. R.; ASHRAF, M. Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate late growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v.6, n.6, p.685-694, 2007.

ASA, Articulação do Semiárido Brasileiro. Semiárido: é no Semiárido que a vida pulsa. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/semiarido/>>.

AZAD, N.; REZAYIAN, M.; HASSANPOUR, H.; Niknam, V.; Ebrahimzadeh, H. Physiological mechanism of salicylic acid in *Mentha pulegium* L. under salinity and drought stress. **Brazilian Journal of Botany**, v. 42, n. 2, p. 359-369, 2021.

AZEVEDO, J. H. O.; SOUSA, C. C. M.; FREITAS, C. A. S.; MESQUITA, A. M. M. BEZERRA, F. M. L. Influência de lâminas de irrigação nos componentes de produção da bananeira. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 17. **Anais...** Mossoró: ABID, 2007. CD-ROM.

BABOEV, S. K.; BURANOV, A. K.; BOZOROV, T. A.; ADYLOV, B. S. H.; MORGUNOV, A. I.; MUMINZHONOV, K. H. Biological and agronomical assessment of wheat landraces cultivated in mountain areas of Uzbekistan. **Agricultural Biology**, Moscou v. 52, n. 3, p. 553-560, 2017.

BATISTA, V. C. V.; PEREIRA, I. M. C.; MARINHO, S. de O. P.; CANUTO, K. M.; PEREIRA, R. de C. A.; RODRIGUES, T. H. S.; DALOSO, D. de M.; GOMES FILHO, E.; CARVALHO, H. H. de. Salicylic acid modulates primary and volatile metabolites to alleviate salt stress-induced photosynthesis impairment on medicinal plant *Egletes viscosa*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 167, p. e103870, 2019.

BEZERRA, J. R. C.; LUZ, M. J. da S.; PEREIRA, J. R.; DIAS, J. M. Efeito da antecipação da última irrigação no rendimento do algodoeiro herbáceo. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 3 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 179).

BEZERRA, J. R. C. AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; DIAS, J. M. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do algodoeiro BRS200 Marrom, irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.625-632, 2010.

BORÉM, A.; FREIRE, E. C. Algodão do plantio a colheita. Viçosa: UFV, 2014. 312 p.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; PORTO, E. R. Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos. **Embrapa Semiárido** - Capítulo em livro científico (ALICE), 2007.

CARVALHO, L. P. DE. Efeito da irrigação no rendimento e qualidade de fibra em cultivares de algodão herbáceo. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 43-52, 2015.

CARVALHO, J. S. B. de; SILVA, J. P. R. da; BATISTA, R. de C. M. **Uso do ácido salicílico como atenuador aos efeitos do déficit hídrico em plantas de manjerição**. Diversitas Journal, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 1561-1574, 2020.

CARVALHO, L. P; ANDRADE, F. P. de; SILVA FILHO, J. L. da Cultivares de algodão Colorido no Brasil. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.15, p.3744,2011.

CASAROLI, D.; VAN LIER, J. Criteria for pot capacity determination. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.1, p.59-66, 2008.

COSTA, A. A.; PAIVA, E. P.; TORRES, S. B.; SOUZA NETA, M.L.; PEREIRA, K.T.O.; LEITE, M. S.; Sá, F.V.S.; Benedito, C. P. Osmoproteção em sementes de *Salvia hispânica* L. sob atenuadores de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 82, p. e233547, 2022.

DUTRA, W.F.; MELO, A.S.; SUASSUNA, J.F.; DUTRA, A.F.; SILVA, D.C.; Maia, J. M. Respostas antioxidantes de cultivares de feijão-caupi ao tratamento com deficiência hídrica e ácido salicílico. **Revista de Agronomia**, v. 109, n. 3, p. 895-905, 2017.

ECHER, F. R.; CUSTÓDIO, C. C.; HOSSOMI, S. T.; DOMINATO, J. C.; NETO, N. B. , M. ESTRESSE HÍDRICO INDUZIDO POR MANITOL EM CULTIVARES DE ALGODÃO. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 638-645, 2010.

EID, M. A. M.; EL-HADY, M. A. A; ABDELKADER, M. A.; ABD-ELKREM, Y. M., ELGABRY, Y. A., EL-TEMSAH, M. E.; EL-AREED S. R. M.; RADY, M. M.; ALAMER, K. H.; ALQUBAIE, A. I.; ALI, E. F. Response in Physiological Traits and Antioxidant Capacity of Two Cotton Cultivars under Water Limitations. **Agronomy**, v. 2, p; 803, 2022

FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; GHEIY, H. R. Eficiência no uso da água pela cana-de-açúcar no litoral paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36. **Anais...** Bonito: SBEA, 2007. CD-ROM.

FEITOSA, S. ALBUQUERQUE, M B., OLIVEIRA, A. P., PEREIRA, W. E.; BRITO NETO, J. F. Fisiologia do *Sesamum indicum* L. sob estresse hídrico e aplicação de ácido salicílico. **Irriga**, v 21, n 4, p. 711-723, 2016.

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.

KHAN, M. Iqbal R.; ASGHER, Mohd; KHAN, Nafees A. Alleviation of salt-induced photosynthesis and growth inhibition by salicylic acid involves glycinebetaine and ethylene in mungbean (*Vigna radiata* L.). **Plant Physiology and Biochemistry**, 2014.

KOURI, J, RAMOS, G.A, BARROS, M.A.L. **Relatório de avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela embrapa**: Cultivares de algodão de fibras coloridas BRS 200 - Marrom, BRS Verde, BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Jade. EMBRAPA ALGODÃO, Campina Grande, 2019.

LIMA, C. J. G. S.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. A., OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.: GALVÃO, D. C.; SOUSA, P. S. Eficiência do uso da água pelo meloeiro Gália fertirrigado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 1. **Anais...** Sobral: INOVAGRI, 2007, CD-ROM.

LIU, Y.; MENG, Q.; DUAN, X.; ZHANG, Z.; LI, D. Effects of PEG induced drought stress on regulation of indole alkaloid biosynthesis in *Catharanthus roseus*. **Journal Plant Interactions**, v.12, p.87-91, 2017.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Delimitação do Semi-Árido Brasileiro. Brasília, 2017. Disponível em:

MOURA, M.S.B; ESPÍNOLA SOBRINHO, J; SILVA, T. G.F; SOUZA, W.M. **Aspectos meteorológicos do Semiárido brasileiro**. In: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L.; BRITO, L. T. Brasília, DF, 2019. p. 85-103.

NASCIMENTO, P. S.; ALVES, L. S.; PAZ, V. P. S. Performance of colored cotton under irrigation water salinity and organic matter dosages. **Revista Ambiente e Água**, v. 14, e2369, 2019.

NEVES, F. N.; PINTO, M. J. A. A CADEIA DO ALGODÃO BRASILEIRO: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS ABRAPA, 2012.

OLIVEIRA, K.J.A. Produção de algodoeiros de fibra naturalmente colorida sob estresse hídrico em diferentes fases fenológicas, (Dissertação de mestrado) UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 2021.

PETTIGREW, W. T. Physiological consequences of moisture deficit stress in cotton. **CropSci**, p. 65-72, 2004.

RAMOS, G.A, BARROS, M.A.L. SILVA, J.S. EMBRAPA. **Relatório de Avaliação dos Impactos de Tecnologias Geradas pela Embrapa**: Cultivares de algodão de fibras coloridas BRS 200 - Marrom, BRS Verde, BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Jade. EMBRAPA ALGODÃO, Campina Grande, 2019.

ROSSI, A. C. M., SOUZA, E., & SILVA, M. (2020). Reguladores de crescimento na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Research, **Society and Development**, 9 (9), 21.

SADOK, W.; LOPEZ, J. R.; SMITH, K. P. Transpiration increases under high-temperature stress: Potential mechanisms, trade-offs and prospects for crop resilience in a warming world. **Plant, Cell & Environment**, v.44, p. 21022116, 2021.

SILVA, A. A. R. DA; LIMA, G. S. DE; AZEVEDO, C. A. V. DE; VELOSO, L. L. DE S. A.; GHEYI, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in sorghum. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 1092-1101, 2020.

SILVA, I.P.F.; JUNIOR, J.F.S.; ARALDI, R.; TANAKA, A.A.; GIROTTO, M.; BOSQUÊ, G.G.; LIMA, F.C.C. Estudo das fases fenológicas do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 10, p. 1-10, 2011.

SILVA NETA, A. M. S; SOARES, L. A. DOS A; LIMA, G. S; NOBRE, R. G; SOUSA, D. D. A; FERREIRA, F. N; LACERDA, C. N. Fitomassas e qualidade de mudas de maracujazeiro-azedo sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada. **Revista de ciências agrárias**, v. 45, p. 1-11, 2022.

SOARES, L. A. DOS A.; FELIX, C. M.; LIMA, G. S. DE; GHEYI, H. R.; SILVA, L. DE A.; FERNANDES, P. D. Trocas gasosas, crescimento e produção de genótipos de algodoeiro sob déficit hídrico nas fases fenológicas. **Revista Caatinga**, v. 36, p. 145-157, 2023.

SOUZA, M.C.Mde. Produção de Algodão Orgânico Colorido: possibilidades e limitações. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.30, n.6, jun. 2000.

SOFY, M. R.; SELEIMAN, M. F., ALHAMMAD, B. A., ALHARBI, B. M. MOHAMED, H. 1. Minimizing adverse effects of Pb on maize plants by combined treatment with jasmonic, salicylic acids and proline. **Agronomy**, v. 10. p.699, 2020.

SOURI, M. K.; TOHIDLOO, G. Efetividade de diferentes métodos de aplicação de ácido salicílico nas características de crescimento de mudas de tomateiro sob salinidade. **Tecnologias Químicas e Biológicas na Agricultura**, v. 6, n. 26, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. (2017). (6a ed.), Artmed.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. Z. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017.

WANG, J.; DING, Z.; ALOTAIBI, M. O.; HE, Y.; HUI, Y.; EISSA, M. A.; GHONEIM, A. M.; REKABY, S. A. Azolla (*Azolla pinnata*) mitigated water stress and enhanced fruit yield of mango plants (*Mangifera indica* L.) in arid-degraded soil. **Journal of Soil Science Plant Nutrition**, v.23, p. 1173–1184, 2023.

WANI, A. B.; CHADAR, H.; WANI, A. H.; SINGH, S.; UPADHYAY, N. Salicylic acid to decrease plant stress. **Environmental Chemistry Letters**, v. 15, p. 101123, 2017.

WELLS, R.; STEWART, A. M. Morphological alterations in response to management and environment. In: Stewart J, Oosterhuis D, Heitholt J, Mauney J, editors. Physiology of cotton. **Netherlands: Springer**, p. 24–32, 2010.