



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR - CCTA**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – UAGRA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO SALICÍLICO COMO ATENUANTE**  
**DO ESTRESSE SALINO NO ALGODOEIRO NATURALMENTE**  
**COLORIDO**

**SMYTH TROTSK DE ARAÚJO SILVA**

**POMBAL-PB**

**2022**

SMYTH TROTSK DE ARAÚJO SILVA

**APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO SALICÍLICO COMO ATENUANTE  
DO ESTRESSE SALINO NO ALGODOEIRO NATURALMENTE  
COLORIDO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia da  
Universidade Federal de Campina Grande, como  
parte dos requisitos exigidos para a obtenção do grau  
de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profª. Dra. Lauriane A. dos A. Soares

POMBAL-PB

2022

S586a Silva, Smyth Trotsk de Araújo.  
Aplicação foliar de ácido salicílico como atenuante de estresse salino no algodoeiro naturalmente colorido / Smyth Trotsk de Araújo Silva. – Pombal, 2022.  
39 f. il. color

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.  
“Orientação: Profa. Dra. Lauriane A. dos A. Soares.”.  
Referências.

1. Algodoeiro. 2. Irrigação. 3. Estresse salino. 4. Atenuante. 5. Semiárido. 6. *Gossypium hirsutum* L. I. Soares, Lauriane A. dos A. II. Título.

CDU 633.511(043)

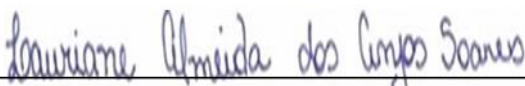
SMYTH TROTSK DE ARAÚJO SILVA

**TROCAS GASOSAS E CRESCIMENTO DO  
ALGODOEIRO COLORIDO CULTIVADO COM ÁGUA  
SALINA E ÁCIDO SALICÍLICO**

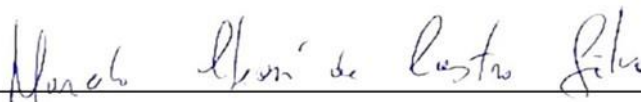
Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 02/03/2022

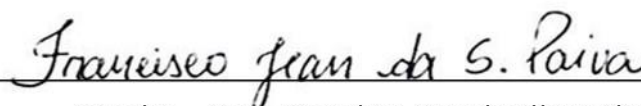
BANCA EXAMINADORA:



Orientadora – Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



Membro – Prof. Dr. Marcelo Cleón de Castro Silva  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



Membro – MSc. Francisco Jean da Silva Paiva  
(Universidade Federal de Campina Grande – UFCG)

POMBAL-PB

2022

## DEDICATÓRIA

À minha mãe (in memoriam), Maria Regina Celi de Araújo Silva, aquela que me amou, cuidou e protegeu. A você devo minha vida. Você foi a parte mais linda da minha história.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pelo dom da vida, e ter saúde para lutar e seguir os seus caminhos cotidianamente;

Ao meu pai e à minha irmã por sempre me apoiar em tudo, além de sempre serem meu refúgio e minha base sólida. Amo vocês;

Agradeço a minha mãe que tive o prazer de ser filho durante 23 anos, onde ela me ensinou o caminho do bem, da honestidade e os princípios básicos da vida. Te amo eternamente;

Aos meus orientadores, Lauriane Almeida dos Anjos Soares e Geovani Soares de Lima. A vocês tenha a minha gratidão eterna por todo apoio, amizade e compreensão durante todo esse tempo de convivência, vocês são pessoas maravilhosas e que Deus abençoe vocês e sua família;

À minha namorada, Maria Eduarda Paz de Lima, por toda paciência, compreensão, respeito, cumplicidade, afeto e amor;

Aos meu grupo de estudos (equipe fumaça) que tive durante a graduação, Leônidas Canuto, Carlyson Regio e Arthur Dimas;

Ao meu amigo Jean por toda ajuda e companheirismo nessa etapa final;

Aos meus amigos em geral que não tenho como citar todos mas sabem que fizeram parte da minha vitória;

À família *Medeiros e Araújo Silva*, vocês são a minha inspiração;

E por fim, a mim, de nunca ter desistido mesmo nos momentos mais difíceis e confiado sempre em Deus ao acreditar sempre que ele tem o melhor para mim, assim, como para todos.

GRATIDÃO!

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.....	19
<b>Tabela 2.</b> Resumo da análise de variância referente à condutância estomática ( <i>gs</i> ), transpiração ( <i>E</i> ), concentração interna de CO <sub>2</sub> ( <i>Ci</i> ), taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> ( <i>A</i> ), eficiência instantânea da carboxilação ( <i>EiCI</i> ) e eficiência no uso da água ( <i>EiUA</i> ) de plantas de algodoeiro cv. 'BRS Jade' irrigadas com água de distintas condutividades elétricas (CEa) e aplicação foliar de ácido salicílico (AS) aos 50 dias após o semeio (DAS).....	24
<b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância referente à altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC) e número de folhas (NF) aos 50 dias após o semeio (DAS), e fitomassas secas de folha (FSF), caule (FSC) e raiz (FSR) das plantas de algodoeiro cv. 'BRS Jade' irrigado com água de distintas condutividades elétricas (CEa) e aplicação foliar de ácido salicílico (AS) aos 100 DAS.....	28

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Dados climáticos de temperatura máxima e mínima (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento.....	18
<b>Figura 2.</b> Vista geral da área da área experimental (A) e destaque para os lisímetros de drenagem (B).....	20
<b>Figura 3.</b> Condutância estomática - $g_s$ (A) e transpiração - $E$ (B) em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico das plantas de algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ aos 50 dias após o semeio.....	25
<b>Figura 4.</b> Concentração interna de $CO_2$ - $C_i$ (A), taxa de assimilação de $CO_2$ - $A$ (B), eficiência instantânea da carboxilação – $E_iCI$ (C) e eficiência no uso da água – $E_iUA$ (D) das plantas de algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ em função da irrigação com águas de distintas condutividades elétricas aos 50 DAS.....	26
<b>Figura 5.</b> Concentração interna de $CO_2$ - $C_i$ das plantas de algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ em função da aplicação foliar de ácido salicílico aos 50 dias após o semeio.....	27
<b>Figura 6.</b> Altura de planta (A) do algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ irrigado com águas de distintas condutividades elétricas, aos 100 DAS.....	29
<b>Figura 7.</b> Diâmetro de caule do algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ irrigadas com águas de distintas condutividades elétricas (A) e aplicação foliar de ácido salicílico (B), aos 100 DAS.....	30
<b>Figura 8.</b> Fitomassa seca de folha - $FSF$ (A) e fitomassa seca de caule - $FSC$ (B) em função da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico das plantas de algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ aos 100 dias após o semeio.....	31
<b>Figura 9.</b> Fitomassas seca de raiz ( $FSR$ ) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e da aplicação foliar de ácido salicílico (B) das plantas de algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ aos 100 DAS.....	32



## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1. Geral.....	13
2.2. Específicos .....	13
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
3.1. Aspectos gerais do algodoeiro .....	14
3.2. Efeito do estresse salino sobre as plantas .....	15
3.3. Efeito do ácido salicílico na mitigação do estresse salino .....	17
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>18</b>
4.1. Local e caracterização do experimento .....	18
4.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	18
4.3. Condições de cultivo .....	19
4.4. Semeadura .....	20
4.5. Preparo das águas e manejo da irrigação .....	20
4.6. Preparo e aplicação do ácido salicílico .....	21
4.7. Manejo nutricional .....	21
4.8. Tratos culturais e fitossanitários.....	22
4.9. Variáveis analisadas .....	22
4.9.1. Fisiológicas.....	22
4.9.2. Crescimento .....	22
4.9.3. Acúmulo de fitomassa .....	22
4.10. Análise estatística .....	23
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>33</b>
<b>7. REERÊNCIAS</b> .....	<b>34</b>

SILVA, S. T. de A. **Trocas gasosas e crescimento do algodoeiro colorido cultivado com água salina e ácido salicílico.** 2022. 40f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

**RESUMO:** O Nordeste brasileiro é caracterizado por baixas precipitações pluviométricas e altas taxas de evaporação, dificultando a produção agrícola nesta região. Entretanto, o ácido salicílico pode minimizar os efeitos deletérios dos sais sobre as plantas. Neste sentido, objetivou-se avaliar a o crescimento, as trocas gasosas e acúmulo de fitomassa do algodoeiro naturalmente colorido ‘BRS Jade’ irrigado com água salina e aplicação foliar com ácido salicílico em condições semiáridas. A pesquisa foi desenvolvida de março a junho de 2021 em vasos adaptados para lisímetros de drenagem, sob condições de céu aberto no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba. Foi adotado o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial  $5 \times 5$  sendo os tratamentos resultantes da combinação de dois fatores: cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa 0,3; 1,8; 3,3; 4,8 e 6,3 dS m<sup>-1</sup>) associados a cinco concentrações de ácido salicílico (0; 1,5; 3,0, 4,5 e 6,0 mM) com três repetições e uma planta por parcela, totalizando 75 unidades experimentais. A irrigação com água a partir de 0,3 dS m<sup>-1</sup> reduziu as trocas gasosas, o crescimento e a fitomassa do algodoeiro naturalmente colorido cv. BRS Jade. A aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 6,0 mM amenizou os efeitos do estresse salino sobre a condutância estomática e transpiração do algodoeiro. A irrigação com água de salinidade crescente associada com aplicações foliares de ácido salicílico intensificou os efeitos deletérios do estresse salino sobre a fitomassa seca da folha e fitomassa seca do caule do algodoeiro.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* L., irrigação, estresse salino, atenuante, semiárido

SILVA, S. T. de A. **Gas exchange and growth of colored cotton grown with saline water and salicylic acid.** 2022. 40f. Monograph (Graduate in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Agrifood Science and Technology. Pombal, PB.

### ABSTRACT

The Brazilian Northeast is characterized by low rainfall and high evaporation rates, making agricultural production in this region difficult. However, salicylic acid can minimize the deleterious effects of salts on plants. In this sense, the objective was to evaluate the growth, gas exchange and phytomass accumulation of naturally colored cotton 'BRS Jade' irrigated with saline water and foliar application with salicylic acid in semi-arid conditions. The research was carried out from March to June 2021 in pots adapted for drainage lysimeters, under open sky conditions at the Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA of the Federal University of Campina Grande - UFCG, located in the municipality of Pombal, Paraíba. A randomized block design in a  $5 \times 5$  factorial scheme was adopted, the treatments resulting from the combination of two factors: five levels of electrical conductivity of the irrigation water (ECa 0.3; 1.8; 3.3; 4.8 and 6.3  $\text{dS m}^{-1}$ ) associated with five concentrations of salicylic acid (0; 1.5; 3.0, 4.5 and 6.0 mM) with three replications and one plant per plot, totaling 75 experimental units. Irrigation with water from 0.3  $\text{dS m}^{-1}$  reduced gas exchange, growth and cv. BRS Jade. The foliar application of salicylic acid at a concentration of 6.0 mM mitigated the effects of saline stress on stomatal conductance and transpiration of cotton. Irrigation with salinity-increasing water associated with foliar applications of salicylic acid intensified the deleterious effects of salt stress on cotton leaf dry biomass and stem dry biomass.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum* L., irrigation, saline stress, mitigation, semi-arid

## 1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro de fibra colorida (*Gossypium hirsutum* L.) pertencente à família Malvacea, podendo ser produzindo em regiões de clima tropical e subtropical, tendo a região Nordeste do Brasil clima favorável para produção e geração de renda essencial para agricultura familiar (VIOTTO et al., 2018; SILVA et al., 2019). O cultivo de algodoeiro colorido vem crescendo em larga escala, principalmente com novas variedades lançadas no mercado, como a BRS Jade que produz fibra com qualidade dentro dos parâmetros exigidos pela indústria têxtil (VASQUES et al., 2019).

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).

Apesar das vantagens, existem fatores que podem reduzir a produtividade do algodoeiro colorido na região Nordeste do Brasil, como a utilização de água salina que é alternativa para produzir em períodos de estiagem. Pois, as principais fontes como açudes e poços tem sua capacidade reduzida pela evaporação elevada, e pelo consumo humano e agrícola, além disso, o suprimento não é atingindo anualmente, isso devido aos baixos índices pluviométricos, o que acaba dificultando a produção da cultura e induzindo os produtores a recorrerem ao uso de água com baixa qualidade para irrigação (SANTOS et al., 2019).

O excesso de sais na zona radicular induz o estresse salino nas plantas, ocasionando o efeito osmótico, evidenciado pelo fechamento estomático, redução na absorção de água, crescimento e expansão foliar, que posteriormente com o acúmulo de íons tóxicos como  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no tecido vegetal avança para o efeito iônico, prejudicando o processo fotossintético, biossíntese, desenvolvimento e produção das culturas (SILVA et al., 2018). Lima et al. (2019) em pesquisa avaliando a cultura do algodoeiro colorido BRS Rubi irrigado com água salina (CEa de 5,1 a 9,1  $\text{dS m}^{-1}$ ), constatou que a salinidade acima de 5,1  $\text{dS m}^{-1}$  reduz a eficiência fotoquímica e massa total de capulhos.

Para minimizar o efeito deletério dos sais proveniente da água de irrigação sob as culturas tem-se aplicado de forma exógena o ácido salicílico (AS), pois é considerado um composto fenólico que atua como sinalizador do estresse nas plantas, induzindo a produção de

compostos enzimáticos e não enzimáticos, reguladores do metabolismo como mecanismo defensivo e desintoxicação das espécies reativas de oxigênio (JAYAKANNAN et al., 2015).

O ácido salicílico, também melhora a homeostase osmótica e iônica, contribuindo para absorção de água e nutrientes, que favorece a fotossíntese e o crescimento das plantas (NOBREGA et al, 2018). O efeito desse atenuante do estresse vem sendo estudado em várias culturas como, tomate (NOBREGA et al., 2021), feijão (ARAÚJO et al., 2018) e acerola (DANTAS et al., 2021), enquanto estudos com a cultura do algodoeiro são escassos.

Diante dessa problemática, torna relevante o uso de atenuante do estresse salino na cultura do algodoeiro colorido BRS Jade, uma vez que a cultura apresenta importância socioeconômica para o semiárido nordestino, onde os produtores dependem da utilização de água salina como alternativa no período de escassez hídrica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Avaliar as trocas gasosas e o crescimento do algodoeiro naturalmente colorido ‘BRS Jade’ irrigado com água salina e aplicação foliar com ácido salicílico em condições de Semiárido Paraibano.

### **2.2. Específicos**

Mensurar as trocas gasosas do algodoeiro naturalmente colorido ‘BRS Jade’ irrigado com água salina e aplicação foliar de ácido salicílico em condições de semiárido brasileiro;

Avaliar o crescimento do algodoeiro irrigado com água salina e aplicação foliar de ácido salicílico;

Determinar o acúmulo de fitomassa nas plantas de algodoeiro naturalmente colorido ‘BRS Jade’ irrigado com água salina e aplicação foliar de ácido salicílico em condições de semiárido brasileiro;

Identificar as concentrações de ácido salicílico mais eficiente quando associadas a distintos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, como forma de melhoria na fisiologia do algodoeiro ao estresse salino.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Aspectos gerais do algodoeiro

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum L.*) é uma dicotiledônia de ciclo anual com porte herbáceo, arbustivo ou arbóreo, pertence à família *Malvaceae* e gênero *Gossypium*, tem como centro de origem os continentes Australiano, Africano e Asiático, respectivamente, ainda também foi identificado centros de origem na América central e parte Sul do México, sendo cultivado em regiões tropicais e subtropicais (ECHER et al., 2014; DIAS, 2020).

As plantas de algodão possuem hábito de crescimento indeterminado, cuja altura varia entre 60 e 100 cm, o caule com poucas ramificações, perfazendo o meristema apical principal, com dois tipos de ramificações, determinados de ramos reprodutivos ou simpodiais e ramos vegetativos ou monopodiais, suas folhas são tri ou pentalobadas e raiz pivotante, que pode chegar a 2,50 m de profundidade, a depender das condições edafoclimáticas (BORÉM; FREIRE, 2014).

As flores são hermafroditas, onde ocorre variação de cores entre creme e/ou amareladas. O fruto é denominado de maçã, contendo em média, três a cinco lóculos e 11 sementes por lóculo. Quando ocorre deiscência dos frutos do algodoeiro, as fibras ficam expostas, sendo denominados de capulho, são fibras longas para a espécie, com presença de línter no tegumento das sementes (BORÉM; FREIRE, 2014).

O sistema de reprodução do algodão é considerado por ser misto, ou parcialmente autógamo, isso ocorre devido a simultaneidade da autogamia natural da planta juntamente com o cruzamento natural de origem entomófila (insetos) (BORÉM; MIRANDA, 2013). Quando ocorre a ausência de insetos polinizadores, ocorre a autogamia, no entanto, quando estes agentes estão presentes na área de produção a polinização cruzada consegue obter valores acima de 50%, fazendo com que o sistema de reprodução do algodão seja identificado como intermediário entre ser autógamo e alógamo (BORÉM; MIRANDA, 2013). O tempo médio do ciclo da cultivar ‘BRS Jade’ varia entre 135 dias após o semeio (EMBRAPA, 2019).

O algodoeiro de fibra naturalmente colorida é valorizado pelas indústrias de confecções, pois agregam maior valor ao produto final. O algodão colorido resulta em melhorias no processo produtivo da agricultura da região Nordeste do país, pois apresenta um material rústico, que oferece números positivos na parte econômica ao produtor em virtude do melhor preço da fibra no mercado (BEZERRA et al., 2010).

A cultura do algodão a nível mundial está entre as espécies mais importantes na produção de fibra, tendo em torno de 35 milhões de hectares plantado em média anualmente no mundo (ABRAPA, 2022). O crescimento gradativo ocorre desde os meados dos anos 50, com um percentual anual médio de 2%. A comercialização internacional do algodão movimenta cerca de 12 bilhões de dólares anualmente, mantendo uma média de empregabilidade em 350 milhões de pessoas na sua cadeia produtiva, que inclui desde a fazenda até a logística, descaroçamento, processamento da matéria prima e embalagem (ABRAPA, 2022).

O Brasil encontra-se entre os principais produtores mundiais de algodão, sendo o primeiro lugar em produtividade em sistema produtivo do tipo sequeiro, além disso, o país está alocado entre os maiores exportadores mundiais de fibra e um dos maiores consumidores de algodão em pluma, com estimativa de consumo em 765 mil toneladas em 2022, valor esse superior ao exercício do ano de 2021, estando entre os primeiros no ranking internacional (CONAB, 2021; ABRAPA, 2022). De acordo com o Comitê Consultivo Internacional de Algodão (ICAC), o Brasil ocupa o segundo lugar de maior exportador de algodão do mundo, onde na safra 2020/21 foi exportado um montante de 2,4 milhões de toneladas de algodão, sendo superado apenas pelos Estados Unidos.

A resposta do sucesso da comercialização mundial de algodão do Brasil está intrinsecamente ligada a capacidade de produção da matéria prima de alta qualidade e de sustentabilidade no país (ICAC, 2021). No presente momento, a área plantada com algodão já chega com um percentual em torno de 98% no Brasil e produção estimada 2,711 milhões de toneladas, tendo um aumento em 14,8% em relação à safra de 2020/21 (ABRAPA, 2022).

### **3.2. Efeito do estresse salino sobre as plantas**

A salinidade do solo é um fator problemático mundial devido o impacto gerado na produtividade e sustentabilidade agrícola. As adversidades ocasionadas por tal ocorre em todas as condições climáticas, na qual tem efeito resultante de ação antrópica em grande maioria dos casos. De maneira holística, os solos salinos ocorrem em regiões áridas e semiáridas, onde a pluviosidade da região é insuficiente para fornecer a quantidade de água necessária para a cultura (SHAHID et al., 2018). No Nordeste brasileiro devido à sua grande instabilidade climática e ocorrência de longos períodos secos, ocorrem áreas com acúmulo de sais no solo, o que os torna ao decorrer dos anos, inviáveis para a maioria das espécies agrícolas (GHEYI, 2000).



Os principais efeitos deletérios ocasionados surgem devido ao estresse osmótico e a toxicidade iônica. O excesso de sais solúveis na solução do solo prejudica o desenvolvimento das plantas devido à diminuição do potencial osmótico na rizosfera, que juntamente com o potencial mátrico, representam resistências às raízes das plantas para absorver água do solo (MEDEIROS, 2010). Isso dar-se em razão de distúrbios nutricionais associados a estresse oxidativo quando submetidas a concentrações salinas e também resultando em toxicidade de alta concentração de sódio e cloreto no citosol, afetando assim a absorção de água pelas células (TANVEER et al., 2020).

Os principais sintomas perceptíveis causados pela elevada concentração de sais na solução do solo é a inibição ou retardo do crescimento e desenvolvimento, seguido pela senescência e morte das plantas durante a exposição prolongada ao excesso de sais (JOUYBAN, 2012). As plantas quando submetidas a altas concentrações de sais na zona radicular induzem a síntese de ácido abscísico ocasionando o fechamento estomático, ocorrendo fotoinibição e estresse oxidativo, tendo reflexos no crescimento das plantas (JOUYBAN, 2012).

Os danos devido à toxicidade podem reduzir, significativamente, o rendimento das culturas, estando sua magnitude dependente do tempo, da concentração de íons, da tolerância das plantas e do uso da água pelas culturas (AYERS; WESTCOT, 1999). Os problemas de toxicidade, frequentemente, acompanham ou potencializam os de salinidade ou de permeabilidade, podendo surgir mesmo em baixa salinidade. Os sintomas de toxicidade podem aparecer em qualquer cultura, desde que as concentrações de sais no interior da planta sejam suficientemente altas ou acima de seus níveis de tolerância (AYERS; WESTCOT, 1999).

A interação dos sais com nutrientes minerais presentes no solo é outra consequência do estresse salino, resultando em desbalanços e deficiências nutricionais na planta (ZHU, 2003). Outra interferência, remetendo-se ao aspecto nutricional, é verificada em faixas de pH geralmente altas, associadas a solos sódicos, reduzindo a disponibilidade de elementos essenciais às plantas, nesse caso, a absorção do potássio, cálcio e magnésio é reduzida, como também dos elementos essenciais zinco, manganês e ferro, reduzindo o crescimento das plantas (JOUYBAN, 2012).

### 3.3. Efeito do ácido salicílico na mitigação do estresse salino

Dentre os diversos tipos de reguladores no desenvolvimento de plantas, o ácido salicílico (AS) exerce papel multifacetado na melhoria de fatores e características de ordem citológicos, morfológicos, fisiológicos e bioquímicos nas plantas (SALEEM et al., 2021).

O ácido salicílico é definido como um composto fenólico no qual a sua biossíntese ocorre em quase todas as plantas a partir dos fenilpropanóides (YUAN; LIN, 2008), onde as plantas sintetizam o AS por duas vias distintas. O corismato pode ser modificado em isocorismato por ICS (isocorismato sintase), e o IPL (isocorismato piruvato liase) faz a catalização de transfiguração de isocorismato em ácido salicílico. A outra via ocorre pela fenilalamina, realizando o processo de desaminação pela enzima fenilalamina amônia liase (PAL) para fazer o ácido cinâmico. O ácido cinâmico é transformado em ácido salicílico por meio do *O*-ácido cumárico ou ácido benzóico onde o ácido benzóico é catalizado pela enzima BA2H (ácido benzóico 2-hidroxilase) para que aconteça a conversão e produção de ácido salicílico. A enzima (PAL) é um regulador resposta na via dos fenilpropanóides e é induzido sob condições de estresse biótico e abióticos (CHEN et al., 2009; HARA et al., 2012).

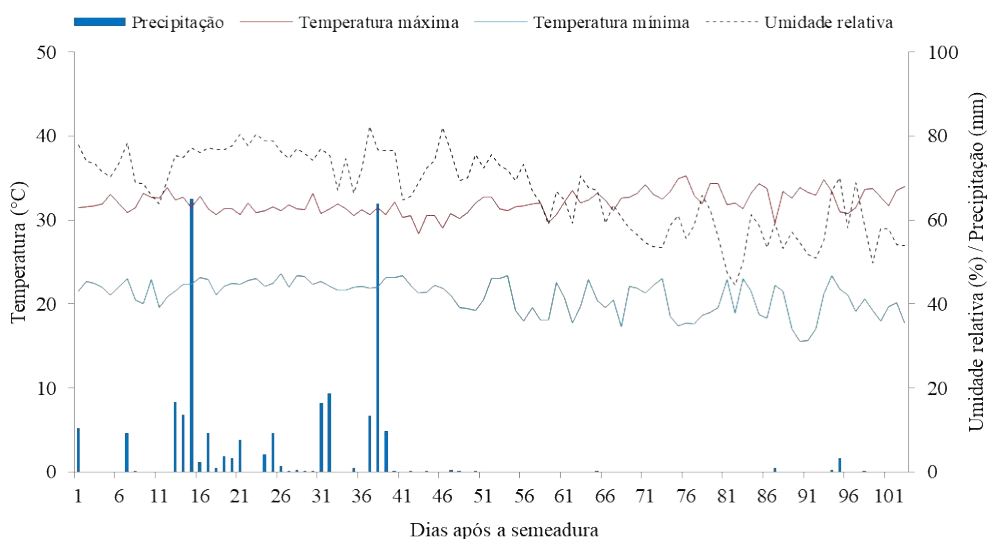
Conforme Wani (2017), o ácido salicílico tem sua funcionalidade contra estresses bióticos, a sua aplicação de forma exógena causa manifestação de genes em defesa de origem patogênica e provoca a resistência contra patógenos de origem fitopatogênicos (fungos, vírus e bactérias). Além de que, a aplicação exógena do ácido salicílico está envolvido também em resposta a estresses abióticos, tais como, tolerância de estresse por frio (WAN et al., 2009), tolerância ao estresse hídrico (SOHAG et al., 2020), altas temperaturas (FREITAS et al., 2020) e estresse salino (PIRASTEH-ANOSHEH et al., 2017; ELHAKEM, 2020; EL-TAHER et al., 2022).

A ação do ácido salicílico como atenuador do estresse salino, também foi observada por Silva et al. (2020), onde a aplicação via foliar permitiu a indução fenotípica de tolerância conforme condutância estomática, transpiração, crescimento relativo no diâmetro do caule, fotossíntese e eficiência de carboxilação instantânea foi beneficiado, quando submetido a níveis de salinidade na cultura da gravioleira cv. 'Morada Nova' (*Annona muricata* L.). Também foi observado por Veloso et al. (2021) que a aplicação de exógena de ácido salicílico na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) minimizou os efeitos nocivos da salinidade da água em trocas gasosas, além de aumentar os teores de fotoassimilados e diâmetro final dos frutos. Naeem (2020) constatou que a aplicação de ácido salicílico na cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*) teve influência significativa no aumento das variáveis qualitativas e quantitativas nos frutos de tomate.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Local e caracterização do experimento

A pesquisa foi desenvolvida de março a junho de 2021 em vasos adaptados para lisímetros de drenagem, sob condições de céu aberto no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude e 37°48'01" de longitude, a uma altitude de 194 m. Na Figura 1, observam-se os dados meteorológicos durante a condução do experimento entre 30 de março de 2021 e 10 de julho de 2021.



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

### 4.2. Delineamento experimental e tratamentos

Foi adotado o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial  $5 \times 5$  sendo os tratamentos resultantes da combinação de dois fatores: cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa 0,3; 1,8; 3,3; 4,8 e 6,3  $\text{dS m}^{-1}$ ) associados a cinco concentrações de ácido salicílico (0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 mM) com três repetições e uma planta por parcela, totalizando 75 unidades experimentais. Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação adotadas neste trabalho foram baseados na pesquisa realizada por Dias et al. (2020), já as concentrações de ácido salicílico tiveram base em estudo desenvolvido por Veloso et al. (2021).

### 4.3. Condições de cultivo

As plantas foram cultivadas em vasos plástico adaptados para lisímetros de drenagem com capacidade de 20 L. A confecção dos lisímetros foi realizada através da realização de dois furos equidistante na base do reservatório, onde foram instaladas duas mangueiras plástica com 4 mm de diâmetro. Foram acopladas as mangueiras de drenagem garrafas PET com capacidade volumétrica de 2 litros cada, tendo como finalidade servir de reservatório para quantificação do volume e condutividade elétrica da água drenada.

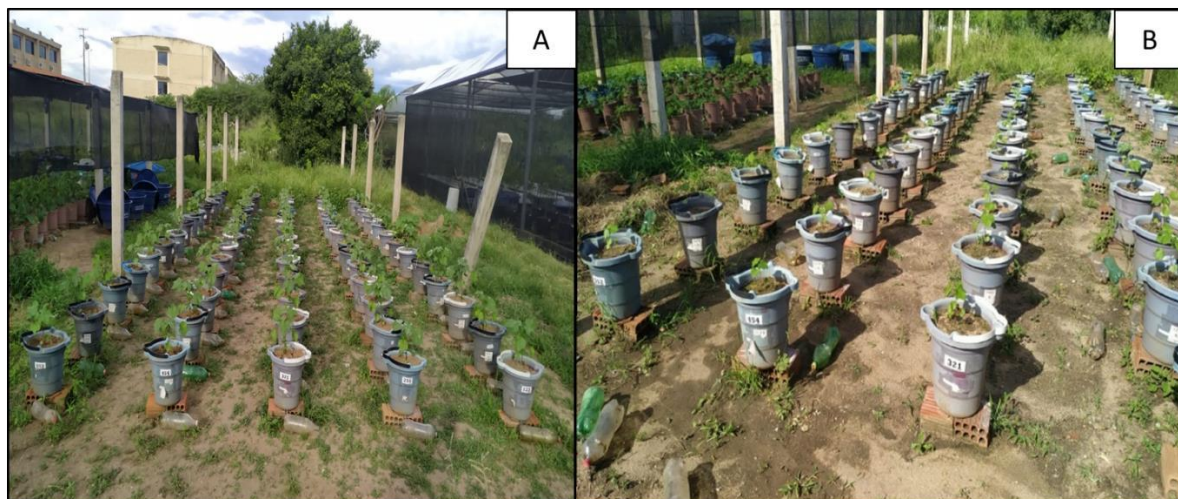
Na parte interna do lisímetro, foi colocada uma manta geotêxtil e sob esta foi adicionado 0,5 kg de brita comercial tamanho 01 (12,5 a 22mm) seguido pelo preenchimento do lisímetro com 23,5 kg de solo, classificado como Neossolo Regolítico, de textura franco-arenosa (coletado na profundidade 0-30 cm) provenientes da zona rural em terras agricultáveis do município de Pombal-PB, dos quais os atributos físicos e químicos (Tabela 1) foram logradas conforme Teixeira et al. (2017).

**Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

.....Atributos químicos.....								
pHes	CEes	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al <sup>3+</sup>
CaCl <sub>2</sub> 1:2,5	(dS m <sup>-1</sup> )	mg dm <sup>-3</sup>	.....cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....					
7,00	0,20	0,21	0,38	0,09	2,50	3,75	0	0
.....Atributos Físicos.....								
Areia	Silte	Argila	Ds	Dp	Porosidade	UD	Classe textural	
.....g kg <sup>-1</sup> .....		..... kg dm <sup>-3</sup> .....		.....%.....				
85,30	13,07	1,63	1,50	2,69	47,23	0,55	Areia Franca	

pHes = pH do extrato de saturação do substrato; CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25 °C. Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> extraídos com CaoAc 0,5 M pH 7,0; FA – Franco Argiloso; AD – Água disponível. Ds densidade do solo, Dp densidade da partícula. UD – Umidade (base de solo seco).

Os vasos adaptados como lisímetros de drenagem foram organizados em fileiras simples espaçadas de 1,5 e 1,0 m entre plantas e fileiras, respectivamente (Figuras 1A e B). Cada lisímetro ficou sob uma estrutura montada com dois tijolos de cerâmica, ficando a uma altura de 10 centímetros acima da superfície do solo.



**Figura 2.** Vista geral da área da área experimental (A) e destaque para os lisímetros de drenagem (B).

#### **4.4. Semeadura**

As sementes do genótipo de algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ foram provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPQ) da Embrapa Algodão, sendo usadas 5 sementes por recipiente, semeadas a 2 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante; com a umidade do solo no nível equivalente ao da capacidade de campo, em todas as unidades experimentais, sendo irrigadas com o menor nível salino ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) até a emissão da primeira folha definitiva, quando se iniciou a aplicação dos tratamentos.

Aos 15 dias após semeadura (DAS), foi realizado um desbaste, mantendo-se apenas uma planta por recipiente. Previamente à semeadura, as sementes foram tratadas com fungicida natural, evitando-se impactos ao ambiente, como medida profilática contra a incidência de patógenos, conforme recomendações de Santos e Santos (2008).

#### **4.5. Preparo das águas e manejo da irrigação**

A água utilizada na irrigação do tratamento de menor salinidade ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi obtida do sistema público de abastecimento de Pombal-PB, já os demais níveis de CEa ( $1,8$ ;  $3,3$ ;  $4,8$  e  $6,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) foram preparados a partir da diluição do cloreto de sódio (NaCl), conforme os tratamentos pré-estabelecidos foram determinados levando em consideração a relação entre a CEa e a concentração de sais (Richards, 1954), conforme Eq. 1:

$$C \text{ (mmol}_c \text{ L}^{-1}) = 10 \times \text{CEa (dS m}^{-1}) \dots\dots\dots(1)$$

Em que:

C = Concentração de sais a ser adicionado ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ ) e,

CEa = Condutividade elétrica da água ( $\text{dS m}^{-1}$ ).

Após preparação, as águas foram armazenadas individualmente em recipientes plásticos com capacidade volumétrica para 80 litros, em ambiente sombreado e devidamente protegidos, tampados para se evitar a perda por evaporação e/ou entrada de água de chuva. Aos 15 DAS, iniciou-se a irrigação com os diferentes níveis salinos, sendo o volume de água aplicado determinado de acordo com a necessidade hídrica das plantas, obtendo-se com base na Eq. 2:

$$VC = \frac{VA-VD}{1-FL} \dots\dots\dots(2)$$

Em que:

VC - Volume consumido (L),

VA - Volume de água aplicado às plantas no dia anterior;

VD - Volume drenado, quantificado na manhã do dia seguinte; e,

FL - Fração de lixiviação estimada em 20%, a cada 7 dias.

#### 4.6. Preparo e aplicação do ácido salicílico

As concentrações de ácido salicílico foram preparadas através da diluição do ácido salicílico P.A em 30% de álcool etílico (99,5%). As aplicações foliares com as distintas concentrações de ácido iniciaram-se aos 15 DAS. A segunda aplicação foi realizada 15 dias após a primeira, já as demais foram realizadas semanalmente, totalizando sete aplicações. As aplicações se deram através de pulverizações de modo a se obter o molhamento completo das folhas, utilizando-se para isto um borrifador, cujas aplicações foram realizadas a partir das 17 horas.

#### 4.7. Manejo nutricional

Foram realizadas adubações com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), conforme recomendação de Novais et al. (1991) para ensaios em vasos, utilizando como fontes de fertilizantes de ureia para o nitrogênio, MAP para o fósforo e cloreto de potássio para o potássio. A adubação de fundação foi realizada a partir da recomendação total para fósforo e 1/3 da quantidade de nitrogênio e potássio. Já as duas aplicações restantes de nitrogênio e potássio foram de cobertura, via água de irrigação aos 45 e 65 dias após a semeadura (DAS). As adubações com micronutrientes, foram realizadas quinzenalmente, através de aplicações foliares na concentração de 0,5 g L<sup>-1</sup> do produto comercial Dripsol Micro Rexene® Equilíbrio [(1,2% (Mg); 0,85 % (B); 3,4% (Fe); 4,2% (Zn); 3,2 % (Mn); 0,5% (Cu); 0,06% (Mo)] aos 15 e 30 dias após a emergência.

#### 4.8. Tratos culturais e fitossanitários

O manejo de pragas e doenças foi realizado com defensivo químico Battus para o controle do pulgão do algodoeiro (*Aphis gossypii*) de acordo com a recomendação do fabricante. A aplicação foi realizada utilizando-se de pulverizador manual costal de compressão prévia, com tanque em polietileno de alta massa molar, com capacidade volumétrica de 12 L. No controle de plantas daninhas nos lisímetros, foram efetuadas capinas manuais periodicamente na condução do experimento com a função de evitar a competição interespecífica por água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento da cultura.

#### 4.9. Variáveis analisadas

##### 4.9.1. Fisiológicas

As avaliações das trocas gasosas foram feitas aos 50 DAS no horário das 7:00 às 09:00 h da manhã, a partir da mensuração das seguintes variáveis: taxa assimilação de CO<sub>2</sub> ( $A$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e concentração interna de CO<sub>2</sub> ( $C_i$ ) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ). A partir desses dados, foram determinadas a eficiência no uso da água  $E_i\text{UA} - (A/E) [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}]$  e a eficiência instantânea da carboxilação  $E_i\text{CI} (A/C_i) [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$ . Essas análises foram feitas com um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK). As leituras foram realizadas na terceira folha totalmente expandida contada a partir da gema apical, conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de CO<sub>2</sub> e utilizando uma fonte artificial de radiação de  $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

##### 4.9.2. Crescimento

Neste mesmo período (50 DAS), foram mensurados: número de folhas (NF) realizada a partir da contagem direta das folhas com comprimento superior a 3 cm; altura da planta (AP), mensurada com auxílio de régua, medindo-se o comprimento da parte aérea, do colo da planta até a gema apical do ramo principal e o; diâmetro de caule (DC): mensurado a 2 cm do solo, utilizando-se de paquímetro digital.

##### 4.9.3. Acúmulo de fitomassa

Ao final do ciclo da cultura (100 DAS), coletaram-se as plantas, separando-as em folhas, caules e raízes, para serem acondicionadas as partes em sacos de papel e levados para

secagem em estufa de circulação de ar, mantida a 65 °C, até atingirem peso constante; posteriormente, o material foi pesado em balança de precisão, obtendo-se a fitomassa de folhas (FSF), caule (FSC) e fitomassa seca de raiz (FSR).

#### **4.10. Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância foi realizada análise de regressão linear e quadrática para os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e concentrações de ácido salicílico, fazendo-se uso do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme resumo de análise de variância (Tabela 2), nota-se efeito significativo para a interação dos fatores (CEa × AS) para as variáveis de condutância estomática (*gs*) e transpiração (*E*). Observa-se efeito significativo isolado do fator condutividade elétrica da água de irrigação para a concentração interna de CO<sub>2</sub>, taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, eficiência instantânea de carboxilação e eficiência no uso da água nas plantas de algodoeiro. Já o fator ácido salicílico influenciou de maneira significativa apenas a concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*) das plantas de algodoeiro cv. ‘BRS Jade’ aos 50 DAS.

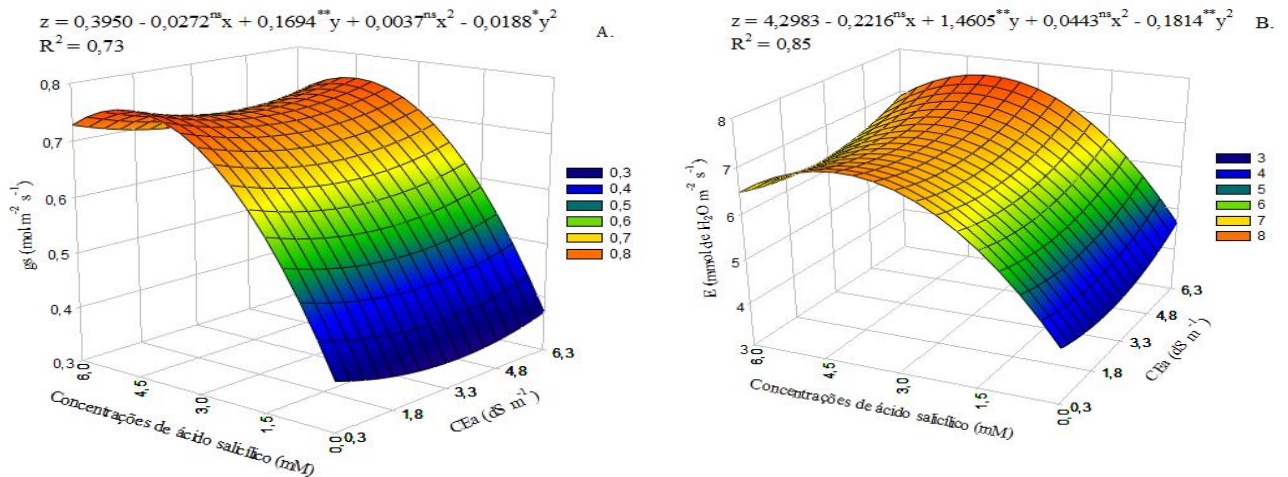
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as variáveis de condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*), eficiência instantânea da carboxilação (*EiCI*) e eficiência no uso da água (*EiUA*) de plantas de algodoeiro cv. ‘BRS Jade’ irrigadas com água de distintas condutividades elétricas (CEa) e aplicação foliar de ácido salicílico (AS) aos 50 dias após o semeio (DAS).

FV	GL	Quadrados médios					
		<i>gs</i>	<i>E</i>	<i>Ci</i>	<i>A</i>	<i>EiCI</i>	<i>EiUA</i>
CEa	4	0,4240**	20,3527**	12471,94**	431,2490*	0,6437*	11,5876*
Reg. linear	1	1,1863**	55,9370**	83,62 <sup>ns</sup>	527,7938*	0,0065 <sup>ns</sup>	40,9979**
Reg. quadrática	1	0,1558*	24,2080**	26387,21*	998,6581*	1,2389*	2,0090 <sup>ns</sup>
AS	4	0,0136**	1,0438 <sup>ns</sup>	4795,11*	134,9810 <sup>ns</sup>	0,1145 <sup>ns</sup>	2,5609 <sup>ns</sup>
Reg. linear	1	0,0022 <sup>ns</sup>	1,7002 <sup>ns</sup>	15504,16*	149,3008 <sup>ns</sup>	0,3229 <sup>ns</sup>	0,2842 <sup>ns</sup>
Reg. quadrática	1	0,0147 <sup>ns</sup>	2,0900 <sup>ns</sup>	177,37 <sup>ns</sup>	0,5941 <sup>ns</sup>	0,0066 <sup>ns</sup>	3,7306 <sup>ns</sup>
CEa × AS	16	0,0600**	1,9636**	2881,24 <sup>ns</sup>	183,0457 <sup>ns</sup>	0,0990 <sup>ns</sup>	2,3195 <sup>ns</sup>
Bloco	2	0,0054 <sup>ns</sup>	0,0101 <sup>ns</sup>	982,49 <sup>ns</sup>	57,6306 <sup>ns</sup>	0,0290 <sup>ns</sup>	1,3481 <sup>ns</sup>
Resíduo	48	0,0206	0,5464	2046,64	117,55	0,1746	2,4136
CV (%)	-	23,27	11,96	39,09	23,00	73,40	20,04

FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CEa – Condutividade Elétrica da Água; AS – Ácido salicílico; CEa x AS - Interação entre a condutividade elétrica da água e ácido salicílico; CV - Coeficiente de variação; (\*) significativo a 0,05; (\*\*) significativo a 0,01 de probabilidade; (<sup>ns</sup>) não significativo.

A condutância estomática (*gs*) das plantas de algodoeiro cv. ‘BRS Jade’ foram influenciadas positivamente pela aplicação de ácido salicílico em todos os níveis salinos avaliados (Figura 3A), com o maior valor de 0,962 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, obtido quando aplicou-se a concentração de 6,0 mM de AS nas plantas sob irrigação com água muito salina (6,3 dS m<sup>-1</sup>), valor que apresenta aumento de 159,65% em relação ao observado nas plantas nas mesmas condições de irrigação e sem aplicação de AS (0,3705 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). Fato que pode estar relacionado a sinalização do estresse provocada pela aplicação do AS, o qual eleva a produção de metabolitos secundários que reduzem o potencial osmótico das raízes em valores inferiores ao provocado pelo acúmulo de sais no solo, melhorando a absorção de água e nutrientes,

porventura elevando a abertura estomática das plantas (GHARBI et al., 2018; SILVA et al., 2021).

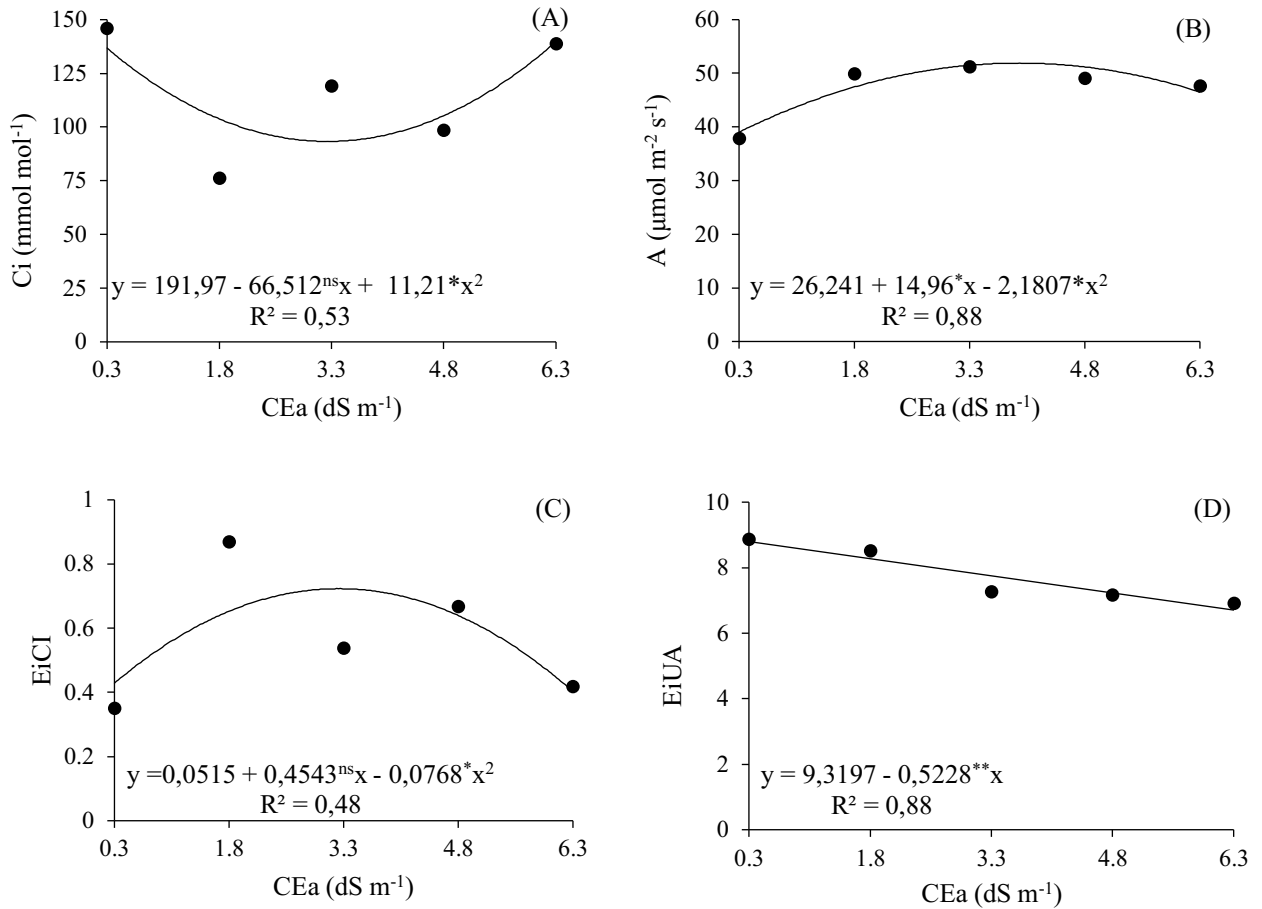


**Figura 3.** Condutância estomática -  $g_s$  (A) e transpiração -  $E$  (B) em função da interação entre condutividade elétrica da água de irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico das plantas de algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ aos 50 dias após o semeio.

Comportamento similar a  $g_s$  foi verificado na transpiração -  $E$  (Figura 3B), com os maiores valores sendo observados nas plantas sob aplicação do AS, cujo valor máximo foi constatado ao associar a aplicação de 4,0 mM e irrigação com água de 6,3 dS m<sup>-1</sup> (7,60 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). Já a menor transpiração foi constatada nas plantas sem aplicação do AS e irrigadas com água de 2,3 dS m<sup>-1</sup> (4,02 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), com redução de 47,10% em relação ao maior valor obtido. Sadok et al. (2021) relata que a abertura estomática influencia diretamente na perda de água pela planta. O que explica a elevada transpiração do algodoeiro ‘BRS Jade’ ao se aplicar o AS, pois o aumento da abertura estomática proporciona maior interação com o ambiente, elevando o fluxo transpiratório do xilema (NAEEM et al., 2020).

Quanto ao efeito da condutividade elétrica da água de irrigação na concentração interna de carbono (Figura 4A), observa-se o maior valor nas plantas ao serem irrigadas com água muito salina (6,3 dS m<sup>-1</sup>), apresentando aumento de 44,84% em relação as plantas sob irrigação com água de abastecimento (0,3 dS m<sup>-1</sup>). Porém o menor valor foi estabelecido na CEa de 2,97 dS m<sup>-1</sup> (93,31 mmol mol<sup>-1</sup>), com perda de 46,07 e 57,17% em relação a água de 0,3 (173,02 mmol mol<sup>-1</sup>) e 6,3 dS m<sup>-1</sup> (217,87 mmol mol<sup>-1</sup>), respectivamente. Fato que está relacionada ao consumo de carbono pela Rubisco no ciclo de Calvin, que reduz o carbono presente nas câmaras subestomáticas, sendo que danos nesse processo reduzem o consumo de carbono, provenientes do desbalanço energético provocado pelos acúmulo de sais na planta,

que intensifica a produção de espécies reativas de oxigênio (SILVA et al., 2018; VELOSO et al., 2022).



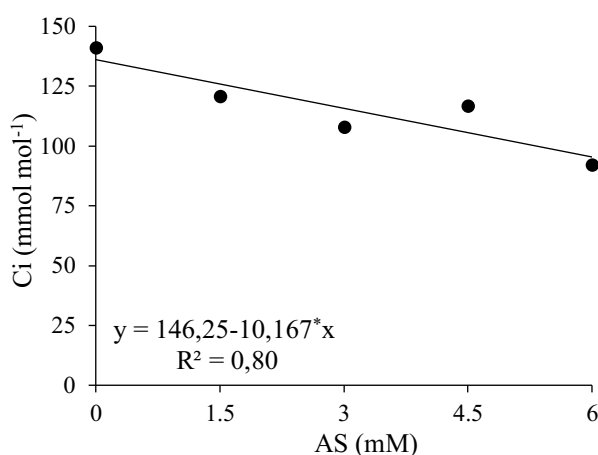
**Figura 4.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> - Ci (A), Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> - A (B), eficiência instantânea da carboxilação – EiCI (C) e eficiência no uso da água – EiUA (D) das plantas de algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ em função da irrigação com águas de distintas condutividades elétricas aos 50 DAS.

Situação comprovada na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Figura 4B) e eficiência da carboxilação (Figura 4C), que apresentaram aumento pela irrigação com água salina de até 3,43 dS m<sup>-1</sup> para A (51,89 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e 2,96 dS m<sup>-1</sup> para EiCI (0,72 (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (mmol mol<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>), resultando no respectivo aumento de 70 e 299,90% em relação ao obtido nas plantas sob irrigação com água de 0,5 dS m<sup>-1</sup>. Ficando evidente a manutenção da atividade fotossintética das plantas de algodoeiro sob determinado nível de estresse, o que está relacionado ao aumento da produção de metabólitos secundários que minimizam os efeitos deletérios do acúmulo de sais, melhorando a atividade das enzimas antioxidantes, que combatem os radicais livres produzidos na dissipação irregular de energia (ACOSTA-MOTOS et al.,

2017). Corroborando com o obtido por Zhang et al. (2014), os quais relacionaram a manutenção da atividade fotossintética das plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) ao aumento das enzimas superóxido dismutase (SOD), ascorbato peroxidase (APX) e glutatona redutase (GR) sob condições de estresse salino.

Para a eficiência do uso da água (Figura 4D), o aumento unitário da CEa proporcionou decréscimos lineares, a qual passou de uma eficiência de 9,16 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )<sup>-1</sup> nas plantas irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup> para 6,03 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )<sup>-1</sup> nas plantas irrigadas com água de 6,3 dS m<sup>-1</sup>, resultando na redução de 34,23% da EiUA. O que demonstra os efeitos da elevada transpiração na taxa fotossintética, a qual intensifica a fotorrespiração e conseguinte perda de eficiência fotoquímica da planta, limitando a assimilação de carbono (ZIOTTI et al., 2019).

A aplicação de ácido salicílico (AS) reduziu a concentração interna de CO<sub>2</sub>(Ci) do algodoeiro Rubi aos 50 DAS (Figura 5), apresentando reduções lineares de 10,17 mmol mol<sup>-1</sup> por cada aumento de 1 mM de AS, com redução de 41,71% na Ci das plantas sob aplicação de 6,0 mM de AS (85,25 mmol mol<sup>-1</sup>) em relação as plantas sem aplicação do ácido (146,25 mmol mol<sup>-1</sup>). Comportamento que pode estar relacionado a elevada abertura estomática e transpiração observada nas plantas sob aplicação do AS, levando a perdas de carbono para o ambiente externo, além do utilizado na atividade de assimilação de carbono (GONÇALVES et al., 2020; VELOSO et al., 2021).



**Figura 5.** Concentração interna de CO<sub>2</sub> - Ci das plantas de algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ em função da aplicação foliar de ácido salicílico aos 50 dias após o semeio.

Observa-se através do resumo da análise de variância (Tabela 3) que houve efeito significativo entre os fatores (CEa × AS) para a fitomassa seca das folhas (FSF) e fitomassa seca do caule (FSC) das plantas de algodoeiro colorido aos 100 DAS. A condutividade

elétrica da água de irrigação (CEa) afetou significativamente o diâmetro do caule (DC), o número de folhas (NF), e a fitomassa seca da raiz (FSR) das plantas de algodoeiro ‘BRS Jade’. Observa-se efeito significativo das concentrações de ácido salicílico (AS) para a altura de planta (AP), o diâmetro do caule (DC), e a fitomassa seca da raiz (FSR) das plantas de algodoeiro colorido irrigado ‘BRS Jade’ aos 50 e 100 dias após o semeio.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância referente à altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) aos 50 dias após o semeio (DAS), e fitomassas secas de folha (FSF), caule (FSC) e raiz (FSR) das plantas de algodoeiro cv. BRS Jade irrigado com água de distintas condutividades elétricas e aplicação exógena de ácido salicílico aos 100 DAS.

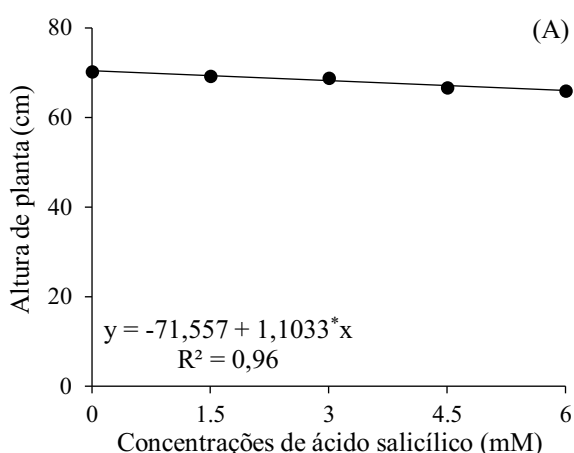
FV	GL	Quadrados médios					
		AP	DC	NF	FSF	FSC	FSR
CEa	4	5,6966 <sup>ns</sup>	1,2117*	125,9466*	3,2411 <sup>ns</sup>	12,0930*	3,0936*
Regressão linear	-	7,2600 <sup>ns</sup>	1,6875*	213,6066*	0,2713 <sup>ns</sup>	17,5719*	6,1448*
Regressão quadrática	-	0,1714 <sup>ns</sup>	0,0044 <sup>ns</sup>	4,0047 <sup>ns</sup>	0,5411 <sup>ns</sup>	15,1796*	2,4710*
AS	4	47,4133*	2,1749**	96,3800 <sup>ns</sup>	29,0221**	40,8057**	5,6798*
Regressão Linear	-	182,6016*	6,5187**	291,2066*	45,4960**	103,8003**	19,7726*
Regressão Quadrática	-	0,7440 <sup>ns</sup>	0,3900 <sup>ns</sup>	7,2428 <sup>ns</sup>	28,0210**	25,0988*	2,6208*
CEa × AS	16	11,4216 <sup>ns</sup>	0,5827 <sup>ns</sup>	48,7383 <sup>ns</sup>	5,3382*	9,1479**	1,1357 <sup>ns</sup>
Bloco	2	46,9633*	1,2794*	97,6133 <sup>ns</sup>	1,1264 <sup>ns</sup>	2,8676 <sup>ns</sup>	0,8221 <sup>ns</sup>
Resíduo	48	1474,11	1,2794	52,3216	1,8406	2,4727	1,0854
CV (%)	-	5,63	5,31	16,21	8,27	8,57	11,51

FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CEa – Condutividade Elétrica da Água; AS – Ácido salicílico; CEa x AS - Interação entre a condutividade elétrica da água e ácido salicílico; CV - Coeficiente de variação; (\*) significativo a 0,05; (\*\*) significativo a 0,01 de probabilidade; (<sup>ns</sup>) não significativo.

A altura de plantas do algodoeiro ‘BRS Jade’ foi reduzida linearmente com o aumento das concentrações de ácido salicílico (Figura 6A). A redução foi de 1,54% por aumento unitário das concentrações de AS, ou seja, houve uma redução de 9,25% (6,61 cm) nas plantas submetidas a aplicação de 6 mM de AS em relação as plantas de algodoeiro que receberam a concentração de 0 mM. Dessa forma, pode-se inferir que a aplicação crescente das concentrações de AS sem a influência da irrigação com água salina, não foi benéfica para a altura das plantas de algodoeiro ‘BRS Jade’, podendo está relacionado com a ação fitotóxica do AS, uma vez que sua aplicação em pequenas concentrações promove à tolerância da planta ao estresse salino, caso contrário, altas concentrações não exercem papel benéfico no crescimento e produção das plantas, devido à baixa translocação do AS a parte aérea, que pode desequilibrar a atividade enzimática da planta, gerando danos ao fotossistema e ao crescimento (SOURI; TOHIDLOO, 2019; SOFY et al., 2020).

A irrigação com água salina comprometeu o número de folhas (NF) do algodoeiro ‘BRS Jade’, causando uma redução linear de 2,27% pelo aumento unitário da condutividade

elétrica da água, isso implica dizer que, as plantas de algodoeiro irrigados com água de 6,3 dS m<sup>-1</sup> tiveram uma redução de 15,59% em relação as irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup> (Figura 6B). Esta redução no NF pode ser explicada como um mecanismo de sobrevivência da planta em condições de estresse; desenvolvendo adaptações morfológicas e anatômicas, com o intuito de reduzir a perda de água para o ambiente e conseqüentemente a absorção de água e íons tóxicos, na tentativa de inibir o acúmulo excessivo nos órgãos vegetais (SILVA et al., 2011). Dias et al. (2020), constataram em seu estudo uma redução no número de folhas de plantas de algodoeiro quando irrigados com águas salinas até 6,7 dS m<sup>-1</sup>.

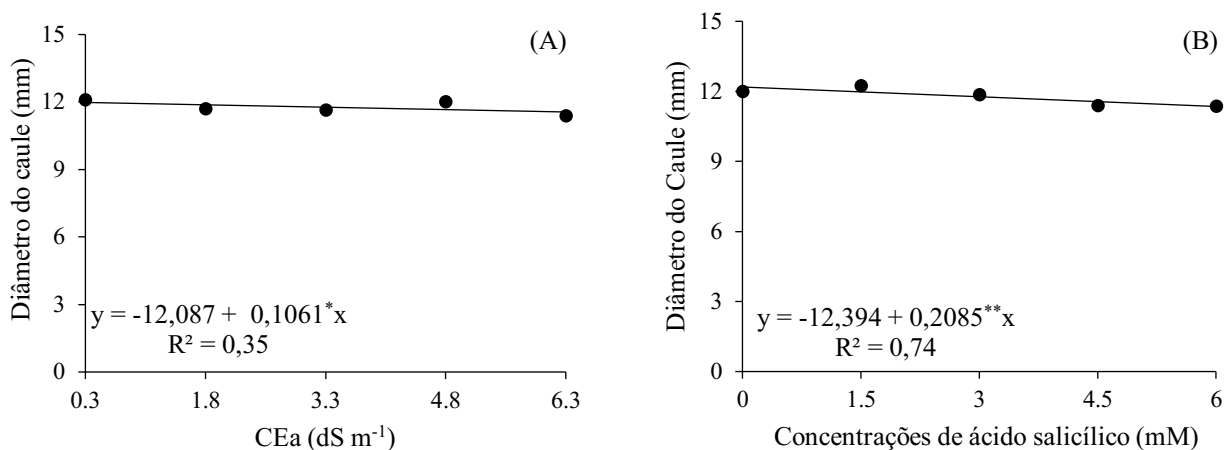


**Figura 6.** Altura de planta (A) do algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ irrigado com águas de distintas condutividades elétricas, aos 100 DAS.

A irrigação com crescentes níveis de condutividade elétrica da água contribuiu para a redução linear de 0,87% do diâmetro do caule por aumento unitário da CEa. Denota-se, que se trata de uma pequena redução de 0,63 mm (5,53%) nas plantas irrigadas com água de 6,3 dS m<sup>-1</sup> em comparação com as irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup> (Figura 7A). A redução do diâmetro de caule do algodoeiro pode ser atribuída à diminuição do potencial hídrico da solução do solo, causado pelo excesso de sais solúveis na zona radicular, resultando na redução do turgor e expansão celular, reduzindo o crescimento das plantas (BEZERRA et al., 2018). Lima et al. (2018), observaram redução no diâmetro de caule de algodoeiro ‘BRS Rubi’, quando as plantas foram irrigadas com água de crescente CE (5,1 até 9,1 dS m<sup>-1</sup>).

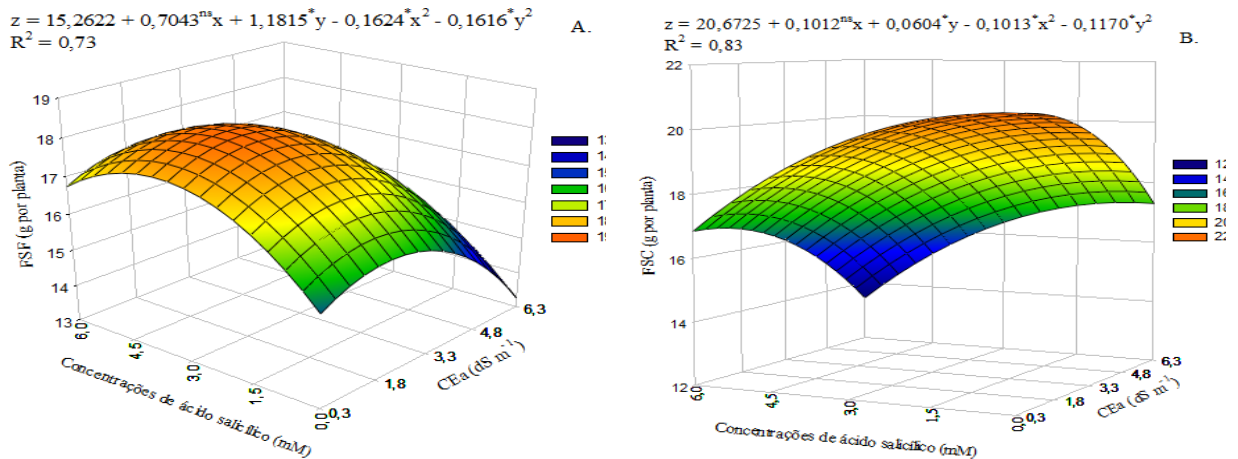
A aplicação exógena de ácido salicílico reduziu de forma linear o diâmetro de caule do algodoeiro ‘BRS Jade’, provocando uma redução de 1,68% com o aumento unitário das concentrações de AS (Figura 7B). Isso porque, dependendo da concentração, das condições de crescimento da planta e do estágio de desenvolvimento, o AS tem papéis controversos no metabolismo das plantas. Altos níveis de AS, que para algumas espécies de plantas é acima de

1 mM, podem regular negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas (KOO et al., 2020). Ribeiro et al. (2020), estudando os aspectos morfofisiológicos da melancia em função da salinidade da água e aplicação exógena de AS, observaram que o ácido não atenuou o efeito deletério da salinidade, mas favoreceu o crescimento das plantas até uma dosagem de 0,85 mM.



**Figura 7.** Diâmetro do caule do algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ irrigadas com águas de distintas condutividades elétricas (A) e aplicação foliar de ácido salicílico (B), aos 100 DAS.

Plantas de algodão ‘BRS Jade’ irrigadas com água de 2,2 dS m<sup>-1</sup> e submetidas a concentração de 3,6 mM de AS obtiveram o maior valor de FSF (18,185 g) (Figura 8A), o que correspondeu a um aumento de 11,87% (2,159 g) em comparação com plantas sob tratamento controle (0 mM) e irrigadas com água com o mesmo nível de salinidade. No entanto, o aumento das concentrações de AS, a partir da concentração de 3,6 mM, associadas ao aumento da CEa promoveram uma redução na FSF, alcançando o valor de 14,52 g nas plantas submetidas à concentração de 6 mM de AS e irrigadas com água de 6,3 dS m<sup>-1</sup>. Este resultado decorre da função reguladora que o AS desempenha em diversos processos fisiológicos contribuindo para o crescimento e desenvolvimento vegetal, além de atuar na redução do potencial osmótico da raiz, contribuindo para a absorção de água e nutrientes, e, por conseguinte, para turgescência celular, facilitando a expansão e ganho de fitomassa (ZAFAR et al., 2021). Como evidenciado por Silva et al. (2021), ao constatarem em seu estudo que a aplicação de 1,3 e 1,6 mM de AS beneficiaram os parâmetros de crescimento de plantas de gravioleira irrigadas com águas salinas.



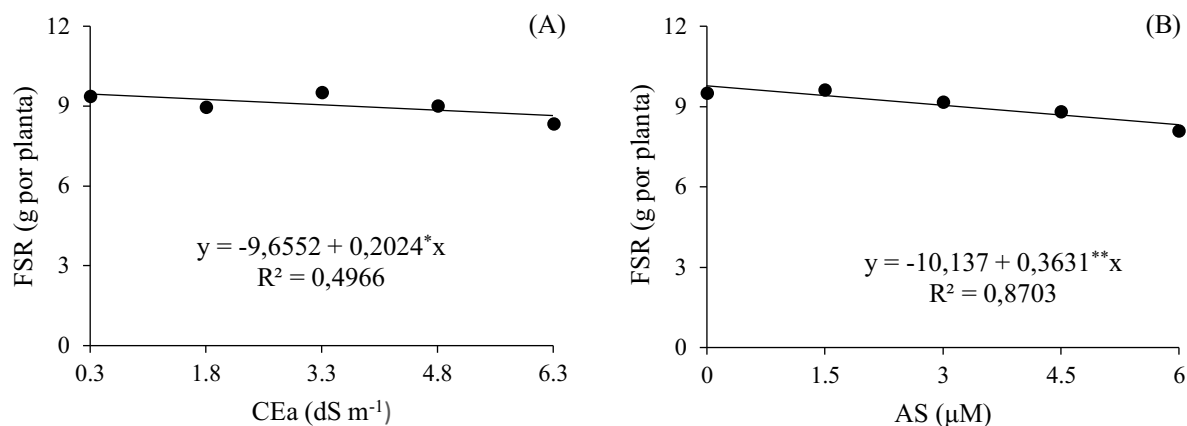
\*\* -  $p \leq 0,01$ ; \* -  $p \leq 0,05$  e  $R^2$  - Coeficiente de determinação

**Figura 8.** Fitomassa seca da folha - FSF (A) e fitomassa seca do caule - FSC (B) em função da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico das plantas de algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ aos 100 dias após o semeio.

A análise da interação entre a salinidade da água de irrigação e as concentrações de ácido salicílico (Figura 8B) revelou que a fitomassa seca do caule (20,69 g por planta) foi obtida em plantas irrigadas com água de 0,3 dS m<sup>-1</sup> e sem aplicação foliar de AS. No entanto, houve diminuição da fitomassa seca do caule quando foram utilizadas concentrações de AS acima de 1,5 mM, independentemente da condutividade elétrica da água de irrigação. A menor FSF (13,43 g por planta) foi observada nas plantas irrigadas com 6,3 dS m<sup>-1</sup> e submetidas a concentração de 6 mM de AS, correspondendo a uma redução de 54,05% (7,26 g por planta), em comparação com plantas com maior FSC.

Para a fitomassa seca da raiz, observa-se conforme análise de regressão, as plantas cultivadas sob os níveis salinos obtiveram um declínio de 2,09% a cada aumento unitário na concentração de condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 9A). Ou seja, as plantas submetidas à concentração de 6,3 dS m<sup>-1</sup> apresentou FSR 11,03% menor quando irrigadas na menor concentração 0,3 dSm<sup>-1</sup>. Isso pode ser atribuído pelo fato da raiz diminuir quando está sob elevadas concentrações salinas, onde o crescimento das plantas depende influxo iônico nas raízes para translocação para a parte aérea, a inibição no menor crescimento das raízes pode ser atribuída a menor retenção de íons de sódio na raiz (SHARIF et al., 2019).





**Figura 9.** Fitomassa seca da raiz (FSR) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (A) e da aplicação foliar de ácido salicílico (B) das plantas de algodoeiro colorido ‘BRS Jade’ aos 100 DAS.

A fitomassa seca da raiz na cultura do algodão diminuiu linearmente em 3,57% a cada aumento de unidade na concentração de ácido salicílico (Figura 9B). Isto é, na maior concentração do ácido 6 mM, foi observado 14,80% menor quando se faz relação na concentração de 0 mM. Esse fator de diminuição em razão do aumento da concentração do ácido é explicado devido o ácido influenciar na estrutura do meristema radicular e na sua arquitetura, onde isso é resultado pela alteração na síntese de auxinas (PASTERNAK et al., 2019).

## 6. CONCLUSÕES

A irrigação com água a partir de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  reduz as trocas gasosas, o crescimento e a fitomassa cv. BRS Jade.

A aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de  $6,0 \text{ mM}$  ameniza os efeitos do estresse salino sobre a condutância estomática e transpiração do algodoeiro.

A irrigação com água de salinidade crescente associada com aplicações foliares de ácido salicílico intensifica os efeitos deletérios do estresse salino sobre a fitomassa seca de folha e fitomassa seca de caule do algodoeiro.

## 7. REERÊNCIAS

- ABRAPA - Associação brasileira de produtores de algodão. **Números do algodão: o algodão no Brasil.** Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/Dados/Algod%C3%A3o%20no%20Mundo.aspx>. Acesso em: 12 fev. 2022.
- ACOSTA-MOTOS, J. R.; ORTUÑO, M. F.; BERNAL-VICENTE, A.; DIAZ-VIVANCOS, P.; SANCHEZ-BLANCO, M. J.; HERNANDEZ, J. A. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. **Agronomy**, v. 7, p. 1-38, 2017.
- ARAÚJO, E. D.; MELO, A. S.; ROCHA, M. S.; CARNEIRO, R. F.; ROCHA, M. M. Germinação e crescimento inicial de cultivares de feijão-caupi sob estresse osmótico e ácido salicílico. **Revista Caatinga**, v. 31, p. 80-89, 2018.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p (Estudos FAO: irrigação e drenagem, 29).
- BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G.; GHEYI, R. H.; SOUZA, L. de P.; PINHEIRO, F. W.; LIMA, G. S. de. Morphophysiology of guava under saline water irrigation and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, p.32-37, 2018.
- BEZERRA, J. R. C. AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; DIAS, J. M. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do algodoeiro BRS-200 Marrom, irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.625-632, 2010.
- BEZERRA, J. R. C.; AZEVEDO, P. V.; SIVA, B. B.; DIAS, J. M. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do algodoeiro BRS-200 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.** Minas Gerais: UFV, 2014. 312p.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. Sistemas Reprodutivos das Espécies Cultivadas. In: **Melhoramento de plantas.** 6. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2013. 57-63p.

- CHEN, Z.; ZHENG, Z.; HUANG, J.; LAI, Z.; FAN, B. Biosynthesis of salicylic acid in plants. **Plant Signaling & Behavior**, v.4, p.493-496, 2009.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 4 quarto levantamento, janeiro. 2022.
- DANTAS, M. V.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; SILVA, A. A. R. da; MELO, A. S. de; MEDEIROS, L. C. de. Gas exchange and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salinity stress and salicylic acid. **Comunicata Scientiae**, v. 12, p. e3664-e3664, 2021.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D. Growth and gas exchanges of cotton under water salinity and nitrogen-potassium combination. **Revista Caatinga**, v.33, p.470-479, 2020.
- DIAS, M. dos. S. **Ecofisiologia do algodoeiro sob estresse hídrico variando a fase fenológica e a suplementação de piruvato**. 2020. 71p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 2020.
- ECHER, F.; OOSTERHUIS, D.; LOKA, D.; ROSOLEM, C. High night temperatures during the oral bud stage increase the abscission of reproductive structures in cotton. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.200, p. 191-198, 2014.
- ELHAKEM, A. H. Salicylic acid ameliorates salinity tolerance in maize by regulation of phytohormones and osmolytes. **Plant, Soil and Environment**, v.66, p. 533-541, 2020.
- EL-TAHER, A. M.; EL-RAOUF, H. S. A.; OSMAN, N. A.; AZOZ, S. N.; OMAR, M. A.; ELKELISH, A.; EL-HADY, M. A. M. A. Effect of salt stress and foliar application of salicylic acid on morphological, biochemical, anatomical, and productivity characteristics of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) plants. **Plants**, v. 11, p.1-15, 2022.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Catálogo de cultivares de algodão: safra 2019-2020**. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1112950/catalogo-de-cultivares-de-algodao-safra-2019-2020> >. Acesso em: 23 de mar. 2022.

- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, p.529-535, 2019.
- FREITAS, R.; SILVESTRO, S.; PAGANO, M.; COPPOLA, F.; MEUCCI, V.; BATTAGLIA, F.; INTORRE, L.; SOARES, A. M. V. M.; PRETTI, C.; FAGGIO, C. Impacts of salicylic acid in *Mytilus galloprovincialis* exposed to warming conditions. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v.80, p.1-25, 2020.
- GHARBI, E.; LUTTS, S.; DAILLY, H.; QUINET, M. Comparison between the impacts of two different modes of salicylic acid application on tomato (*Solanum lycopersicum*) responses to salinity. **Plant Signaling & Behavior**, v. 13, p. 1-10, 2018.
- GHEYI, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T.; ASSIS, J. R.; R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Eds.). **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.329-345.
- GONCALVES, F. C. M.; PARREIRAS, N. S.; CAMPOS, F. G.; MANTOAN, L. P. B.; BOARO, C. S. F. Exogenous salicylic acid modifies gas exchange and biomass production of *Mentha x piperita* L. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, p. 98-107, 2020.
- HARA, M.; FURUKAWA, J.; SATO, A.; MIZOGUCHI, T.; MIURA, K. Abiotic stress and role of salicylic acid in plants. **Abiotic stress responses in plants**, p. 235-251, 2012.
- INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE. **Cotton: Review of the World Situation**, v.75 No.2 dezembro de 2021. Disponível em:< [https://icac.org/Content/PublicationsPdf/%20Files/51aec31\\_656b\\_428f\\_adac\\_d40c3412c8ae/Algodon-Revista4-21.pdf.pdf](https://icac.org/Content/PublicationsPdf/%20Files/51aec31_656b_428f_adac_d40c3412c8ae/Algodon-Revista4-21.pdf.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2022.
- JOUYBAN, Z. The effects of salt stress on plant growth. **Technical Journal of Engineering and Applied Sciences**, v.2, p.7-10, 2012.
- KOO, Y. M.; HEO, A. Y.; CHOI, H. W. Salicylic acid as a safe plant protector and growth regulator. **The plant pathology journal**, v.36, p.1, 2020.
- LIMA, G. S. de; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. dos. A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G., SILVA, A. A. R. da. Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do

- algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciências Agrárias**. v. 42, p. 214-225, 2019.
- MEDEIROS, J.F.; NASCIMENTO, I.B.; GHEYI, H. R. Manejo do solo-água-plantas. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. (ed). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. 2010, parte-IV, p.279-302.
- NAEEM, M.; BASIT, A.; AHMAD, I.; MOHAMED, H. I.; WASILA, H. Effect of salicylic acid and salinity stress on the performance of tomato plants. **Gesunde Pflanzen**, v. 72, p. 393-402, 2020.
- NÓBREGA, J. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; SILVA, T. I. da; RIBEIRO, J. E. DA SILVA.; FÁTIMA, R. T.; FERREIRA, J. T. A.; ALBUQUERQUE, M. B. de; DIAS, T. J.; BRUNO, R. de L. A. Water salinity and salicylic acid on tomato plants growth. **Research, Society and Development**, v. 10, e41210716630, 2021.
- NÓBREGA, J. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; SOUSA, L. V.; RIBEIRO, J. E. S.; SILVA, T. I.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE, M. B.; BRUNO, R. L. A. Effect of salicylic acid on the physiological quality of salt-stressed Cucumis melo seeds. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 23, p. 1-10, 2018.
- 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.
- PASTERNAK T., GROOT E. P., KAZANTSEV F. V., TEALE W., OMELYANCHUK N., KOVRIZHNYKH V. Salicylic Acid Affects Root Meristem Patterning via Auxin Distribution in a Concentration-Dependent Manner. **Plant Physiology**, v.180, p.1725-1739, 2019.
- PENNA, J. C. V. **Melhoramento do algodoeiro anual**. Informe 21 Agropecuário, Belo Horizonte, v.8, n.92, p.10-13, 1982.
- PIRASTEH-ANOSHEH, H.; EMAM, Y.; ROUSTA, M. J.; ASHRAF, M. Salicylic acid induced salinity tolerance through manipulation of ion distribution rather than ion accumulation. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.36, p.227-239, 2017.

- RIBEIRO, J. E. da S.; SOUSA, L. V. de; SILVA, T. I. da; NÓBREGA, J. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; BRUNO, R. de L. A.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE, M. B. de. Respostas morfofisiológicas da combinação de ácido salicílico e estresse salino em *Citrullus lanatus*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.15, e6638, 2020.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**, Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954.
- 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. 2102-2116, 2021.
- SALEEM, M.; FARIDUDDIN, Q.; JANDA, T. Multifaceted role of salicylic acid in combating cold stress in plants: a review. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 40, p. 464-485, 2021.
- SANTOS, J.G.R.; SANTOS, E.C.X.R. **Agricultura orgânica: teoria e prática**. 1ª ed. Campina Grande: EDUEPB, 2008.
- SHAHID, S. A.; ZAMAN, M.; HENG, L. Soil salinity: historical perspectives and a world overview of the problem. In: **Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques**. Springer, Cham, 2018. p. 43-53..
- SHARIF, I.; ALEEM, S.; FAROOQ, J.; RIZWAN, M.; YOUNAS, A.; SARWAR, G.; CHOHAN, S. M. Salinity stress in cotton: effects, mechanism of tolerance and its management strategies. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v.25, p.1-17, 2019.
- SILVA, A. A. R. da; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; GHEYI, H. R.; SOUZA, A. R. D., FERNANDES, P. D. Salicylic acid relieves the effect of saline stress on soursop morphology. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45, p.1-12, 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 soursop. **Revista Caatinga**, v.33, p.1092-1101, 2020.

- SILVA, E. S. da; OLIVEIRA, R. F. de; MEDEIROS, D. A.; DIAS, J. A.; MALTA, A. O. de; SILVA, I. A. da. Adubação foliar nitrogenada e boratada no crescimento e produção do algodão colorido. **Agropecuária Científica no Semiárido**. v.15, p. 86-91, 2019.
- SILVA, A. F.; VALÉRIA, F. D. O.; SANTOS, G. L.; JÚNIOR, E. S. A.; SILVA, S. L.; MACEDO, C. E.; MAIA, J. M. Antioxidant protection of photosynthesis in two cashew progenies under salt stress. **Journal of Agricultural Science**, v.10, p.388-404, 2018.
- SILVA, J. R. I.; JARDIM, A. L. R. F.; NETO, J. B.; LEITE, M. L. M. V.; TEIXEIRA, V. I. Estresse salino como desafio para produção de plantas forrageiras. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.11, p.127-139, 2018.
- SILVA, E. N. D.; RIBEIRO, R. V.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. **Scientia Agrícola**, v.68, p.62-68, 2011.
- SOFY, M. R.; SELEIMAN, M. F.; ALHAMMAD, B. A.; ALHARBI, B. M.; MOHAMED, H. I. Minimizing adverse effects of pb on maize plants by combined treatment with jasmonic, salicylic acids and proline. **Agronomy**, v.10, p.699, 2020.
- SOHAG, A. A. M., TAHJIB-UL-ARIF, M., BRESTIC, M., AFRIN, S., SAKIL, M. A., HOSSAIN, M. T., HOSSAIN, M. A. AND HOUSSAIN, M. A. Exogenous salicylic acid and hydrogen peroxide attenuate drought stress in rice. **Plant, Soil and Environment**, v.66, p.7-13, 2020.
- SOURI, M. K.; TOHIDLOO, G. Effectiveness of different methods of salicylic acid application on growth characteristics of tomato seedlings under salinity. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 6, p.1-7, 2019.
- TANVEER, K.; GILANI, S.; HUSSAIN, Z.; ISHAQ, R.; ADEEL, M.; ILYAS, N. Effect of salt stress on tomato plant and the role of calcium. **Journal of Plant Nutrition**, v.43, p. 28-35, 2020.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.



- VASQUES, R. S.; SILVA, A. B. P. da; KLEIN, C. S.; MAIA, E. R. B.; FORTUNATO, F. DE S.; ANDRADE, K.; BRITO, M. R. P. de; DIAS, R. de C. R. Tecidoteca: Estudos sobre a cultura do têxtil, roupas e acessórios produzidos com algodão colorido orgânico brasileiro. **Brazilian Journal of Development**, v.6, p.95481-95494, 2020.
- VELOSO, L. L. S. A.; LIMA, G. S. de; SILVA, A. A. R. da; SOUZA, L. de P.; LACERDA, C. N. de; SILVA, I. J.; FERNANDES, P. D. Attenuation of salt stress on the physiology and production of bell peppers by treatment with salicylic acid. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, p. 2751-2768, 2021.
- VELOSO, L. L. S. A.; SILVA, A. A. da; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A.; GHEYI, H. R.; MOREIRA, R. C. Growth and gas exchange of sour sop under salt stress and hydrogen peroxide application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, p. 119-125, 2022.
- VIOTTO, G. F. V.; VALE, W. G.; JÚNIOR, A. S.; RUFFATO, S.; GRAVINA, G. A. Avaliação das perdas na colheita do algodão em diferentes velocidades. **Scientific Electronic Archives**, v. 11, p. 48 – 55, 2018.
- WAN, S.; TIAN, L.; TIAN, R.; PAN, Q.; ZHAN, J.; WEN, P.; CHEN, J.; ZHANG, P.; WANG, W.; HUANG, W. Involvement of phospholipase D in the low temperature acclimation-induced thermotolerance in grape berry. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 47, p. 504-510, 2009.
- WANI, A. B.; CHADAR, H.; WANI, A. H.; SINGH, S.; UPADHYAY, N. Salicylic acid to decrease plant stress. **Environmental Chemistry Letters**, v. 15, p. 101-123, 2017.
- YUAN, S.; LIN, H. Minireview: role of salicylic acid in plant abiotic stress. **Zeitschrift für Naturforschung**, v. 63, p. 313-320, 2008.
- ZHANG, L., MA, H., CHEN, T., PEN, J., YU, S., ZHAO, X. Morphological and physiological responses of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) plants to salinity. **PLoS One**, v. 9, p. 1-14, 2014.
- ZHU, J. K. Regulation of ion homeostasis under salt stress. **Current Opinion in Plant Biology**, v.6, p.441-445, 2003.

ZIOTTI, A. B.; SILVA, B. P.; LIMA NETO, M. C. Photorespiration is crucial for salinity acclimation in castor bean. **Environmental and Experimental Botany**, v. 167, p. 1-11, 2019.