



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**EVANDRO FABRÍCIO DE VASCONCELOS OLÍMPIO**

**CULTIVO DO ALGODOEIRO COLORIDO SUBMETIDO A LÂMINAS  
DE IRRIGAÇÃO E ÁCIDO SALICÍLICO**

**POMBAL- PB**

**2023**

**EVANDRO FABRÍCIO DE VASCONCELOS OLÍMPIO**

**CULTIVO DO ALGODOEIRO COLORIDO SUBMETIDO A LÂMINAS  
DE IRRIGAÇÃO E ÁCIDO SALICÍLICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lauriane Almeida dos Anjos Soares.

Co-orientador: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

POMBAL-PB  
2023

O46p Olimpio, Evandro Fabricio de Vasconcelos.

Cultivo do algodoeiro colorido submetido a lâminas de irrigação e ácido salicílico / Evandro Fabricio de Vasconcelos Olimpio. – Pombal, 2023.  
42 f. il. : color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –  
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e  
Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares, Prof. Dr.  
Geovani Soares de Lima”.

Referências.

1. Cotonicultura. 2. algodoeiro herbáceo. 3. Atenuante - Estresse  
hídrico. 4. Fitomassa seca. 5. *Gossypium hirsutum* L. I. Soares, Lauriane  
Almeida dos Anjos. II. Lima, Geovani Soares de. III. Título.

CDU 633.511(043)

**EVANDRO FABRICIO DE VASCONCELOS OLIMPIO**

**CULTIVO DO ALGODOEIRO DE FIBRA COLORIDA SUBMETIDO A LÂMINAS  
DE IRRIGAÇÃO E ÁCIDO SALICÍLICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Universidade Federal de Campina Grande no Centro  
de Ciência e Tecnologia Agroalimentar como  
requisito obrigatório para obtenção do título de  
bacharel em Agronomia.

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

Co-orientador: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

Aprovado em:

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

Lauriane Almeida dos Anjos Soares

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

Geovani Soares de Lima

Co-orientador – Prof. Dr. Geovani Soares de Lima  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UFCG)

Maíla Vieira Dantas

Membro – MSc. Maíla Vieira Dantas  
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

Cassiano Nogueira de Lacerda

Membro – MSc. Cassiano Nogueira de Lacerda  
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

## **AGRADECIMENTOS**

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

A minha mãe Cynthia que não mediu esforços para que meu sonho se tornasse realidade e foi a principal pessoa que me ajudou e ajuda até hoje com todo o suporte que preciso;

Agradeço a minha namorada Fernanda e a toda sua família que me acolheu com todo o amor e carinho, são minha família e suporte aqui no estado da Paraíba, sou grato por tudo;

Agradeço a minha avó Maria pelos conselhos e toda ajuda em tudo que eu precisei e sei que sempre posso contar com ela;

Aos meus orientadores Lauriane Almeida e Geovani Soares, que me ajudaram bastante com conhecimentos e suporte, sou muito grato pela oportunidade que me deram em trabalhar com pesquisa;

Ao meu amigo Tercio que a graduação me proporcionou, e sua família, uma amizade que lavarei para o resto da vida;

Aos meus amigos que fiz durante o período de graduação que de certa forma contribuíram para minha formação;

A universidade Federal de Campina Grande pelas oportunidades concedidas que contribuíram para minha formação acadêmica;

**GRATIDÃO!**

OLIMPIO, E. F de V. **Cultivo do algodoeiro colorido submetido a lâminas de irrigação e ácido salicílico**. 2023. 42f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

## RESUMO

A cotonicultura da região Nordeste do Brasil tem se destacado como uma das atividades agrícolas de maior importância, pelo fato de sua fibra possuir várias aplicações na indústria, porém as condições adversas do semiárido limitam o seu crescimento e desenvolvimento. Nesse sentido, algumas estratégias de manejo podem ser empregadas para atenuação dos efeitos deletérios promovidos do estresse hídrico sob as culturas, como, a aplicação exógena de ácido salicílico. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento, o acúmulo de fitomassa e a produção do algodoeiro ‘BRS Jade’ cultivado sob lâminas de irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico. O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial  $5 \times 5$ , sendo cinco lâminas de irrigação (40, 60, 80, 100 e 120% da Evapotranspiração Real) e cinco concentrações de ácido salicílico (0, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 mM) com três repetições, totalizando 75 unidades experimentais. O aumento das lâminas de irrigação favoreceu o crescimento, a produção e o acúmulo de fitomassa seca do algodoeiro ‘BRS Jade’ aos 130 dias após o semeio. O ácido salicílico não atenua os efeitos deletérios do déficit hídrico sobre o crescimento, a produção e o acúmulo de fitomassa seca do algodoeiro ‘BRS Jade’. A aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 3,0 mM associada à irrigação com 100% da ETr promove aumento no crescimento do algodoeiro.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* L., atenuante, fitomassa seca

OLIMPIO, E. F de V. **Cultivation of colorful cotton submitted to irrigation plates and salicylic acid.** 2023. 42f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Science and Agri-food Technology. Pombal, PB.

### ABSTRACT

Cotton farming in the Northeast region of Brazil has stood out as one of the most important agricultural activities, due to the fact that its fiber has several applications in industry, but the adverse conditions of the semi-arid region limit its growth and development. In this sense, some management strategies can be used to attenuate the harmful effects of water stress on cultures, such as the exogenous application of salicylic acid. In this context, the present work aimed to evaluate the growth, phytomass accumulation and production of 'BRS Jade' cotton cultivated under irrigation depths and foliar application of salicylic acid. The experiment was carried out at the Agro-Food Science and Technology Center belonging to the Federal University of Campina Grande, Pombal, Paraíba. A randomized block design was adopted, in a  $5 \times 5$  factorial arrangement, with five irrigation depths (40, 60, 80, 100 and 120% of Actual Evapotranspiration) and five concentrations of salicylic acid (0, 1.5, 3, 4.5 and 6.0 mM) with three replications, totaling 75 experimental units. The increase in irrigation depths favored the growth, production and dry mass accumulation of 'BRS Jade' cotton at 130 days after sowing. Salicylic acid does not attenuate the deleterious effects of water deficit on the growth, production and dry matter accumulation of 'BRS Jade' cotton. Foliar application of salicylic acid at a concentration of 3.0 mM associated with irrigation with 100% ETr promotes an increase in cotton plant growth.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum* L., mitigating, dry phytomass

## LISTA DE TABELA

	Pág.
<b>Tabela 1</b> Características físico-hídricas e químicas do solo utilizado no experimento.	22
<b>Tabela 2</b> Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC) em função de diferentes lâminas de irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico aos 50 dias após a semeadura.....	26
<b>Tabela 3</b> Resumo da análise de variância referente à fitomassa da folha (FMF), fitomassa do caule (FMC), fitomassa da raiz (FMR) e fitomassa das brácteas (FMB) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função de diferentes lâminas de irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico aos 130 dias após a semeadura.....	29
<b>Tabela 4</b> Resumo da análise de variância referente ao número de flores (NFLO), número de sementes por planta (NSEM), massa de sementes total (MTSEM) e massa de algodão em caroço (MAC) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função de diferentes lâminas de irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico aos 130 DAS.....	31

## 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.....	21
<b>Figura 2</b> Distribuição das unidades experimentais na área de estudo.....	22
<b>Figura 3</b> Semeadura do genótipo BRS Jade (A) e desbaste das plantas (B).....	23
<b>Figura 4</b> Análises de altura de plantas (A) e diâmetro de caule (B) do algodoeiro.....	24
<b>Figura 5</b> Número de folhas (A) e área foliar (B) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da interação entre as lâminas de irrigação e concentrações de ácido salicílico aos 50 dias após a semeadura.....	27
<b>Figura 6</b> Altura de plantas do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da interação entre as lâminas de irrigação e concentrações de ácido salicílico aos 50 dias após a semeadura.....	28
<b>Figura 7</b> Diâmetro do caule do algodoeiro ‘BRS Jade’, em função das lâminas de irrigação (A) e das concentrações de ácido salicílico (B) aos 50 dias após a semeadura.....	28
<b>Figura 8</b> Fitomassa seca das folhas - FSF (A) e fitomassa seca do caule - FSC (B) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função das lâminas de irrigação aos 130 dias após o semeio.....	30
<b>Figura 9</b> Fitomassa seca das raízes - FSR (A) e fitomassa seca das brácteas - FSB (B) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função das lâminas de irrigação aos 130 dias após a semeadura.....	32
<b>Figura 10</b> Número de flores - NFLO (A), número de sementes - NSEM (B) e massa total de sementes - MSET (C) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função das lâminas de irrigação aos 130 dias após a semeadura.....	33
<b>Figura 11</b> Massa do algodão em caroço - MAC do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função das lâminas de irrigação aos 130 dias após a semeadura.....	34

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELA</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.2. Geral.....	13
2.3. Específicos .....	13
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
3.1. Aspectos gerais do algodoeiro .....	14
3.2. Escassez hídrica no semiárido brasileiro .....	15
3.3. Estresse hídrico em algodoeiro .....	17
3.4. Ácido salicílico na aclimação ao estresse hídrico .....	19
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
4.1. Localização .....	21
4.2. Tratamentos e delineamento estatístico .....	21
4.3. Condições de cultivo.....	22
4.4. Semeadura.....	23
4.5. Manejo da irrigação .....	23
4.6. Tratos culturais e fitossanitários .....	24
4.7. Variáveis analisadas.....	24
4.7.1. Variáveis de crescimento .....	24
4.7.2 Fitomassa .....	25
4.7.4. Componentes de produção .....	25
4.8. Análises estatísticas .....	25
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>35</b>
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>36</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das principais culturas têxteis no Brasil, o cultivo do algodoeiro naturalmente colorido também ocupa um lugar de destaque na agricultura nacional, devido ao seu alto valor de mercado se comparado com o algodão branco, com a expansão da globalização também tem aumentado a preocupação com o meio ambiente, e produtos sustentáveis vem sendo muito utilizados pelas indústrias, convertendo em benefícios para o meio ambiente, descartando a utilização de corantes artificiais que contaminam os recursos naturais, outro ponto positivo é eliminação de custo durante a produção da fibra. (NASCIMENTO et al., 2019).

No Brasil, a produção final do algodão em pluma para a safra de 2022/23 foi de 2.9 milhões de toneladas. Entretanto a produtividade foi de 1.677 kg ha<sup>-1</sup> (ABRAPA, 2023). Já na região Nordeste, na safra 2019/20 a área cultivada foi de 365 mil hectares com a produtividade média de 1.850 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2020). Os principais estados produtores do nordeste são Bahia, Maranhão e Piauí. No entanto, a produção de algodão é limitada nas regiões semiáridas do nordeste do Brasil, principalmente devido à irregularidade das chuvas, ao longo do ano e altas taxas de evapotranspiração (SOBRAL et al., 2018).

A seca, é um dos maiores estresses abióticos, pode ser caracterizada como a ausência de umidade adequada para o crescimento normal das plantas, a água é um essencial reagente ou substrato para vários processos fisiológicos, a água é demandada na liberação de prótons e elétrons da etapa fotoquímica, assim como na regulação da abertura e fechamento estomático, possibilitando a absorção de CO<sub>2</sub> e a mobilização de fotoassimilados pela planta (LIU et al., 2017). Porém, em caso de desidratação das células, ocorre a perda de turgor, que por sua vez provoca o fechamento estomático, podendo comprometer o crescimento, redução da fitomassa e conseqüentemente a produção do algodão colorido e conseqüente redução da fotossíntese e respiração (FERNANDES et al., 2015).

Esse fato leva à busca por formas de atenuação dos efeitos adversos do estresse hídrico, como o ácido salicílico. O ácido salicílico é um composto fenólico originado do metabolismo secundário, considerado um importante regulador de processos fisiológicos na planta, tais como a fotossíntese. É considerado um potencial agente antioxidante superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), ascorbato peroxidase (APX), relacionado à defesa da planta sob condições de estresse (NOREEN et al., 2008). Estudos recentes têm dado considerável importância à habilidade do ácido salicílico induzir efeitos mitigadores em

plantas sob estresse hídrico. A aplicação exógena de ácido salicílico em baixas concentrações 1 a 50 mM exercem efeito determinante na indução de tolerância, em plantas de *Brassica napus* expostas ao estresse hídrico (HASANUZZAMAN et al., 2014).

Nesse contexto, o desenvolvimento desse estudo com a cultura do algodoeiro colorido sob estresse hídrico e fitohormônios como atenuantes, é importante para oferecer aos agricultores à sustentabilidade dos cultivos no semiárido do Nordeste brasileiro.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.2. Geral**

Avaliar o crescimento, o acúmulo de fitomassa e a produção do algodoeiro ‘BRS Jade’ cultivado sob lâminas de irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico.

### **2.3. Específicos**

Avaliar as alterações no crescimento do algodoeiro colorido ocasionadas pelas lâminas de irrigação e aplicação exógena de ácido salicílico;

Determinar o acúmulo de fitomassa do algodoeiro de fibra colorida submetido a diferentes lâminas de irrigação e concentrações de ácido salicílico;

Identificar as concentrações de ácido salicílico capazes de atenuar os efeitos do estresse hídrico sobre os componentes de produção do algodoeiro ‘BRS Jade’.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Aspectos gerais do algodoeiro

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das fibras mais conhecidas no mundo, domesticada há mais de quatro mil anos, no sul da Arábia. Os incas e outras civilizações antigas já o utilizavam por volta de 4500 A.C., com escritos antigos anteriores à Era Cristã, indicando seu uso na Índia, Egito, Sudão e em toda a Ásia menor, como produto de primeira necessidade. (COELHO et al., 2018). No Brasil, os índios já dominavam o cultivo, fiação, tecitura e tingimento de tecidos de algodão antes da chegada dos portugueses, em 1500. O cultivo comercial se iniciou em 1760, no Nordeste, com a exportação das primeiras sacas do produto para a Europa, que eram de algodão arbóreo, de fibra longa (AMPA, 2017).

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 pentalobadas e raiz pivotante, dependendo das condições edafoclimáticas, pode atingir até 2,50 m de profundidade (BORÉM; FREIRE, 2014). As flores são hermafroditas e variam de cor entre creme e/ou amarelo pálido. A fruta, conhecida como maçã, contém em média de três a cinco câmaras, cada uma contendo 11 sementes. Quando o fruto do algodoeiro é rachado, as fibras ficam expostas, chamadas de capulhos, que são as fibras longas da espécie, com a línter curta presente no tegumento (BORÉM; FREIRE, 2014).

A cultura é destacada de um crescimento indeterminado, sendo uma espécie perene, mas em condições de cultivo o mesmo é conduzido como espécie anual, apresentam uma elevada taxa de fotorrespiração e grande sensibilidade à baixa luminosidade, apresentando enorme sensibilidade as condições ambientais. A planta de algodão necessita de 650 a 700 mm de água bem distribuídos durante o seu ciclo de desenvolvimento. Com as estruturas reprodutivas ocorrendo em intervalos irregulares ocorre competição entre o crescimento vegetativo e reprodutivo e o equilíbrio entre eles constitui o maior desafio no manejo de produção da cultura (ROSOLEM, 2001; ROBERTSON et al., 2007).

O algodão naturalmente colorido tem suas fibras pigmentadas com parte do lúmen, cujos cruzamentos visam produzir híbridos com qualidades como comprimento, resistência e solidez a cor. A sociedade está buscando cada vez mais produtos têxteis orgânicos livres de

poluição, o algodão naturalmente colorido será a próxima palavra no mercado (RATHINAMOORTHY; PARTHIBAN, 2017).

O cultivo do algodão colorido é recente no país, mas se mostra com um grande potencial, principalmente na região Nordeste, que após anos de crises no setor de produção do algodão branco, causada pelo aparecimento de pragas que inviabilizaram economicamente a manufatura num volume que pudesse atender a demanda interna, foi necessário o aperfeiçoamento dos sistemas produtivos e o desenvolvimento de cultivares geneticamente modificadas e adaptadas possibilitaram a retomada na produção de algodão na região (SOARES, 2017).

O melhoramento feito pelo homem, ao decorrer dos anos com o algodoeiro de fibras brancas apresenta genótipos produtores de fibras de boa qualidade. Já para as cultivares produtores de fibras coloridas os programas de melhoramento genéticos são contemporâneos, voltados principalmente para a região Nordeste. Esses programas de melhoramento vegetal resultaram na criação de cultivares de algodão colorido nas seguintes cores: Bege, presente na cultivar BRS Jade; Verde na BRS Verde e Marrom Avermelhada nas BRS Rubi e Safira (MEDEIROS et al., 2011).

O 'BRS Jade' apresenta um bom potencial produtivo nas regiões do semiárido brasileiro, com ótimas características de fibra, podendo ter um rendimento de aproximadamente 41%, sua produtividade pode chegar a 4.500 kg ha<sup>-1</sup>, apresenta coloração marrom clara, suas plantas podem ter entre 1,10 a 1,20 m de altura. O manejo deste genótipo é semelhante ao do algodão de fibra branca e alguns estudos comprovam uma alta resistência biológica a pragas (FARIAS et al., 2017).

### **3.2. Escassez hídrica no semiárido brasileiro**

A região semiárida do Nordeste brasileiro é caracterizada por temperatura média anual variando de 23 a 27 °C, e comparada com as demais regiões semiáridas do mundo, o semiárido do Brasil é um dos mais chuvosos do planeta, com precipitação média anual de 750 mm, embora em algumas áreas a precipitação média não ultrapasse os 400 mm anuais, evaporação maior que 2000 mm por ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%. O balanço de chuvas versus evaporação é desfavorável em razão do volume de água evaporado ser cerca de três vezes o volume de água precipitado (MONTEIRO, 2007).

Essa região configura-se por enfrentar frequentes períodos de seca e com isso, se faz necessário o uso de irrigação completa ou de salvamento como uma das estratégias para a produção de algumas culturas, inclusive o algodão. Contudo, por conta da falta de estratégias para armazenamento de água e oscilações climáticas, mesmo em trechos irrigados, podem acontecer situações desfavoráveis quanto ao uso da água, sendo necessário que o agricultor cesse a irrigação por um tempo, ou forneça uma quantidade menor de água requerida pela planta afim de não parar a irrigação por completo (ARAÚJO, 2018).

Da água total existente no Brasil, apenas 3% está localizada na região Nordeste, onde que 63% são de bacias hidrográficas do Rio São Francisco e 15% pertencente da Bacia do rio Parnaíba, onde juntos retêm 78% da água da região. Em virtude disso, as elevadas taxas de evapotranspiração, correlacionadas com o desprovento de água, devido às chuvas irregulares, contribuem para a redução da disponibilidade hídrica, como também favorecem o acúmulo de solutos nas fontes hídricas, diminuindo a qualidade das águas, essa diminuição se dá por meio de processos como a salinização, eutrofização e acúmulos de compostos não aceitáveis para usos que necessitam de um controle mais rigoroso de qualidade (BRITO et al., 2017).

Considerando a importância da água para a região, aumenta as discussões dos fatores ambientais envolvidos em todo o processo produtivo na agricultura, questionando-se a respeito do sistema adotado, principalmente em relação ao uso de água (BELTRÃO et al., 2011). 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).

O sistema de irrigação atualmente vem trazendo recurso necessário para as produtividades de diversas culturas, apresentando grande importância para a agricultura, que estão diretamente relacionados com o sistema planta, água, clima e solo; desta forma é preciso ter o conhecimento das relações entre esses aspectos, que são importantes para o projeto da irrigação, que tem a finalidade de conseguir maior produtividade e qualidade do produto (BISPO et al., 2017).

Vários sistemas de irrigação têm sido estudados, com a finalidade de abordar a produtividade e tornar o manejo da irrigação eficaz..Considera-se que mundialmente, a irrigação tem potencial para acrescentar a produtividade, quando comparado com cultivos de

sequeiro. O monitoramento eficiente das superfícies irrigadas, com o acompanhamento da dinâmica dos cultivos e a avaliação, é de grande importância da eficiência da irrigação (RIBEIRO et al., 2017). O manejo apropriado da irrigação não pode ser considerado uma etapa independente dentro do processo de produção agrícola, tendo, por um lado o uso eficiente da água, promovendo a conservação do meio ambiente e por outro lado o compromisso com a produtividade da cultura explorada (CAMARGO, 2016). De acordo com Coelho et al., (2018), a melhoria da água para uso na agricultura é outro assunto de relevante importância social, ambiental e econômica. A irrigação torna-se fundamental para obtenção de máximos rendimentos em culturas de inverno no Brasil. O manejo da irrigação feito com aplicações constantes ajuda manter a umidade do solo mais alta, beneficiando o desenvolvimento e produtividade das culturas. A resistência e compactação do solo dependem diretamente da umidade do solo, isto depende do volume de água neste armazenado.

### **3.3. Estresse hídrico em algodoeiro**

A água é fator primordial para crescimento de todo ser vivo. Nas plantas, a necessidade hídrica varia em função da taxa de metabolismo da planta e do ciclo o estresse hídrico ocasiona a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), como peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), radicais superóxido ( $O_2^-$ ), hidroxila ( $OH^-$ ) e oxigênio singlete ( $^1O_2$ ), comprometendo crescimento das plantas, provocando estresse oxidativo, peroxidação lipídica. Pois o ácido salicílico tem mecanismo para produzir enzimas antioxidantes capaz de desintoxicar as EROs. Na célula vegetal, o suprimento de água em níveis inferiores aos requeridos altera o funcionamento dos protoplastos sobre a parede da célula, resultando em redução do turgor, afetando o crescimento celular (TAIZ et al., 2017). De modo geral, quando as plantas se encontram sob condições de estresse hídrico, ocorre fechamento estomático, havendo reduções da transpiração, do transporte de assimilados da fotossíntese, da divisão e da expansão celular. Como consequência, ocorre redução no crescimento e na produção (FERRARI et al., 2015).

O algodoeiro é uma planta com metabolismo fotossintético do tipo C3, com taxa de fotorrespiração superior a 40% da fotossíntese bruta, dependendo do ambiente (BELTRÃO e SOUZA, 1999). A espécie possui várias habilidades fisiológicas para superar períodos de supressão hídrica, contudo, em condições de estresse severo, a planta reduz o crescimento e a atividade fotossintética, o que pode ser resultante do aumento na resistência difusiva

estomática, uma vez que os estômatos são a principal via de troca gasosa entre as folhas e o meio externo (AMARAL et al., 2006). De acordo com alguns autores, em geral, a fase em que as plantas são mais sensíveis é durante a floração e a formação das maçãs; um estresse hídrico nessa fase leva a queda das estruturas reprodutivas e, conseqüentemente, redução na produtividade da cultura (BEZERRA et al., 2010; AQUINO et al. 2012). Bezerra et. al. (2010) relatam que a deficiência hídrica no período de floração a frutificação, pode reduzir 50% do potencial produtivo do algodoeiro, além de afetar o comprimento e qualidade da fibra.

O algodoeiro herbáceo apresenta taxa diária de consumo hídrico relativamente baixa (SANTOS et al., 2008). De acordo com Aquino et al. (2012), a cultura requer, durante seu ciclo de vida, entre 650 e 900 mm de água. Em geral, na fase inicial até o aparecimento dos primeiros botões florais, o requerimento hídrico é inferior a 2 mm por dia. Após esta fase, o consumo de água aumenta, podendo ultrapassar 8 mm por dia. Para conviver com situações de seca, contudo, a planta utiliza de recursos intrínsecos de modo a contribuir com sua preservação, como redução da área foliar e aprofundamento das raízes (SALEH, 2012).

A redução da produção de folhas (em número e área) em algodoeiro é uma consequência comum em plantas sob estresse por seca, e ocorre como mecanismo para diminuir a superfície transpirante e reduzir a perda de água para o ambiente (SALEH, 2012). Rodrigues et al. (2016) submeteram nove genótipos de algodoeiro a supressão hídrica de 7 dias a partir do estágio R1 (quando o fruto do primeiro ramo transformar-se em capulho), e constataram que o número de folhas foi reduzido em todos os materiais devido ao efeito do estresse.

As raízes são os primeiros órgãos a sentirem o estresse por falta de água e, em materiais com maior tolerância, pode haver expansão do sistema radicular (SALEH, 2012; RODRIGUES et al., 2016). Maior crescimento das raízes em condições de estresse hídrico é uma resposta comum em algodão, para que ocorra busca de água em horizontes mais profundos do solo, permitindo às plantas maiores chances de sobrevivência em condições de seca (PACE et al., 1999).

Diversos estudos avaliando o crescimento e a produção de algodoeiro sob estresse hídrico já foram realizados, havendo distintos resultados em função das diferenças entre os materiais genéticos. Batista et al. (2010) investigaram o crescimento de plantas de algodão sob estresse hídrico de 23 dias e verificaram que, além de redução na altura, o estresse hídrico promoveu redução nas estruturas reprodutivas (números de botões e de capulhos) e na

qualidade das fibras, apesar das plantas terem alongado o sistema radicular, para aliviar o efeito da dissecação. Enquanto que Hussein et al. (2011), avaliando genótipo 'Aleppo-33' sob estresse hídrico 400mm, verificaram que a altura de planta, a produção de maçãs e de algodão em caroço foram reduzidas com o estresse hídrico, mas a uniformidade das fibras não foi afetada, esse estudo foi realizado em condições de campo.

### **3.4. Ácido salicílico na aclimação ao estresse hídrico**

O ácido salicílico (AS) é um composto fenólico regulador de crescimento endógeno, atuando como molécula sinalizadora estando associado à tolerância ao estresse nas plantas. Estudos anteriores têm demonstrado que o AS aplicado de forma exógena pode induzir tolerância a diferentes tipos de estresses como osmótico, alta salinidade, estresse oxidativo, metais pesados, ozônio, radiação UV, altas temperaturas e estresses de resfriamento e sec, influenciando diversos processos nas plantas, incluindo o crescimento e o fechamento estomático (NASER ALAVI et al., 2014). Entretanto, o efeito protetor é dependente de uma série de fatores tais como a espécie, o estágio de desenvolvimento da planta, o modo de aplicação, a concentração de AS utilizada, o seu nível endógeno na planta em questão e o balanço oxidativo das células (HORVÁTH et al., 2007).

A aplicação exógena do ácido salicílico pode agir como indutor dessas proteínas (k/Na) de tolerância aos diferentes estresses, destacando o estresse hídrico (JAYAKANNAN et al., 2013). Bem como, também está envolvido na ativação e sinalização da expressão de genes que participam dos mecanismos de defesa da planta, no processo fotossintético e em genes que promovem o acúmulo de espécies reativas de oxigênio (ERO) nos apoplastos, reduzindo a intensidade de os efeitos depressivos do estresse salino (MAZARO et al., 2015; SHARMA et al., 2017). Os efeitos atenuadores do AS pode estar envolvido também pelo aumento do osmólito compatível glicina betaína (LAKZAYI et al., 2014).

Estudos tem destacado a capacidade do ácido salicílico em atenuar os efeitos deletérios provenientes do estresse hídrico. Concentrações entre 1 a 50 mM podem ativar ou inibir funções biológicas importantes em plantas submetidas à suspensão hídrica (HABIBI; ABDOLI, 2013; HASANUZZAMAN et al., 2014). Hussain et al. (2007) avaliaram os efeitos do ácido salicílico no crescimento de plantas de milho sob estresse salino, verificaram que as concentrações de 200 ppm proporcionaram incrementos no crescimento do milho, além de aumentos na concentração de prolina, arginina, licina, serina e ácido glutâmico.

O ácido salicílico estabiliza a proteína e a estrutura da membrana e é capaz de eliminar as espécies reativas de oxigênio (ROS), atuando como cofatores nas reações enzimáticas (ASADI et al. 2013). O ácido salicílico melhora o sistema antioxidante, alivia a peroxidação lipídica (ALONSO et al. 2009) e regula muitos processos fisiológicos como a senescência, a fotossíntese (LI et al. 2014), o crescimento e desenvolvimento celular e funcionamento dos estômatos (HAYAT et al. 2010). Foi documentado que o ácido salicílico desempenha um papel intrigante na redução da ação danosa de perda de água nas folhas, diminuindo o vazamento de íons e a regulação osmótica (ASADI et al. 2013; LI et al. 2014).

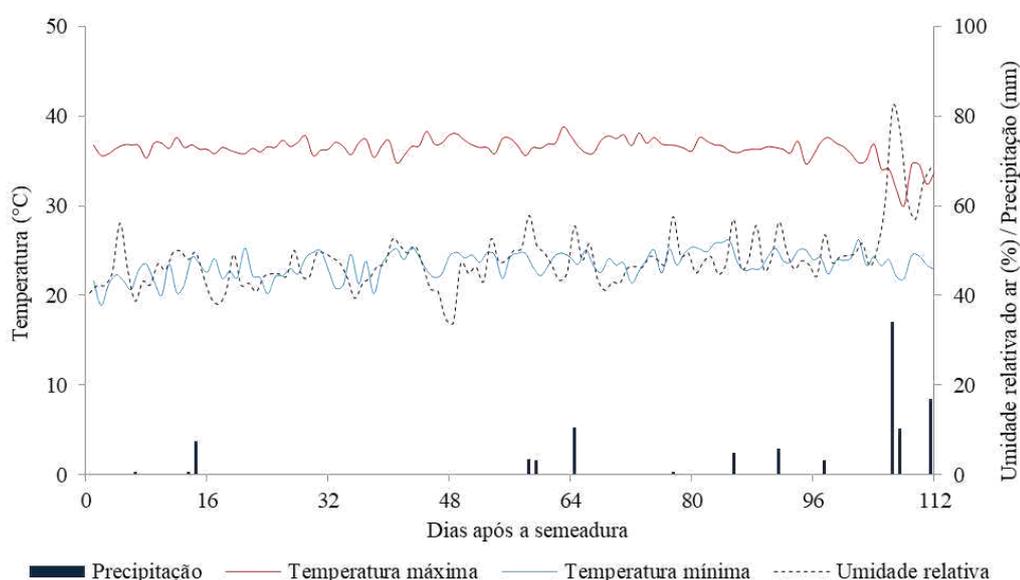
Segundo Aires et, al 2022. A aplicação foliar de ácido salicílico afetou positiva e significativamente todas as características de troca gasosa avaliadas: assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática, transpiração, concentração interna de CO<sub>2</sub>, eficiência do uso da água e carboxilação eficiência, na concentração 1,4 mM na cultura do tomate submetida a déficit hídrico e aplicação foliar de ácido salicílico.

O efeito benéfico da aplicação de ácido salicílico depende da espécie vegetal, estágio de desenvolvimento, tipo de cultivo, concentração aplicada e método de aplicação utilizado (Ferrareze et al., 2019). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos métodos de aplicação de SA no crescimento, produção e eficiência do uso da água de plantas de algodoeiro colorido sob estresse hídrico, em condições de campo.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Localização

A pesquisa foi desenvolvida no período entre 11 de Setembro de 2021 até 3 de janeiro de 2022, em campo no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude e 37°48'01" de longitude, a uma altitude de 194 m. Na Figura 1, observam-se os dados meteorológicos durante a condução do experimento.



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

### 4.2. Tratamentos e delineamento estatístico

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 5, correspondendo a cinco lâminas de irrigação - LI (40, 60, 80, 100 e 120% da Evapotranspiração Real - ETr) e cinco concentrações de ácido salicílico - AS (0; 1,5; 3,0, 4,5 e 6,0 mM) com três repetições e uma planta por parcela. Preparo e aplicação do ácido salicílico, as concentrações de ácido salicílico fora preparadas através da diluição do ácido salicílico 2,76 g de ácido salicílico, 30 ml de álcool e etílico 70 ml de água destilada. A1=0, A2= 1,5 mM (992,5 ml de água destilada + 7,5 ml de solução concentrada), A3= 3,0 mM (985 ml de água destilada + 15 ml de solução concentrada), A4= 4,5 mM (977,5 ml de água

destilada + 22,5 ml de solução concentrada) e A5= 6,0 mM (970 ml de água destilada + 30 ml de solução concentrada). Baseados em (HASANUZZAMAN et al., 2014).

### 4.3. Condições de cultivo

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos (lisímetros de drenagem) com 20 L de capacidade, os quais foram preenchidos com uma camada de 100g de brita sob uma tela de polipropileno, para evitar a obstrução do dreno pelo material de solo. Na base de cada recipiente, foi instalada uma mangueira de 15 mm de diâmetro, como dreno, acoplada a um recipiente plástico (2 L) para coleta da água drenada. Em seguida, acondicionado um Neossolo Regolítico Eutrófico, de textura franco-arenosa (coletado na profundidade 0-30 cm) provenientes de uma área agrícola do município de Pombal-PB, previamente destorroado e peneirado. Para determinação dos atributos físico-hídricos e químicos em laboratório (TEIXEIRA et al. 2017), foram retiradas amostras do solo antes do cultivo, cujos resultados estão na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características físico-hídricas e químicas do solo utilizado no experimento

Densidade (kg dm <sup>-3</sup> )	Porosidade Total (%)	Umidade (%)		Água disponível (%)	Complexo Sortivo					
		0,33 atm	15,0 atm		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	pH <sub>ps</sub>	CE <sub>es</sub>
1,56	42,00	12,85	4,66	8,19	3,67	2,76	1,1	0,26	8,98	0,42

Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 mol L<sup>-1</sup>; P – extrator de Mehlich1; pH<sub>ps</sub> – pH da pasta de saturação e CE<sub>es</sub> – condutividade elétrica do extrato de saturação.

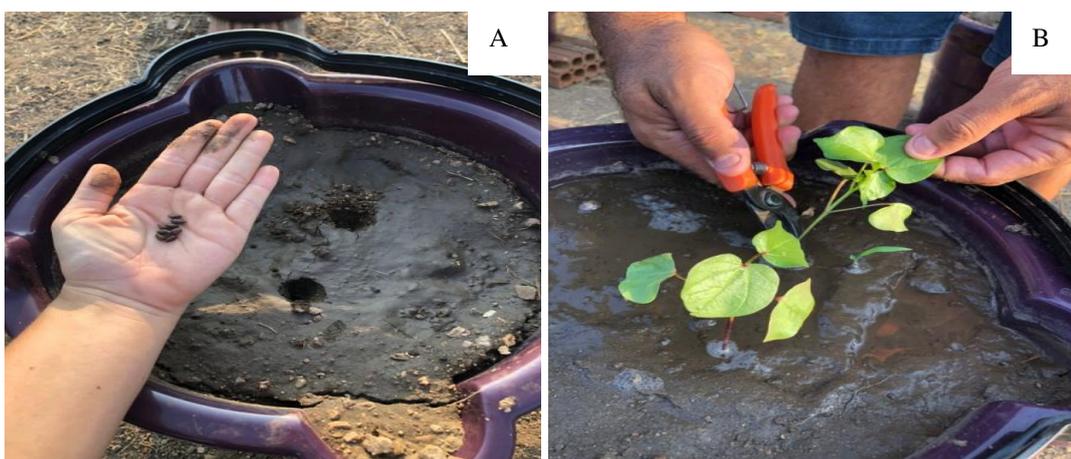
Realizou-se as adubações com NPK, seguindo-se recomendações de Novais et al. (1991) para ensaios em vasos, correspondendo a 100, 150 e 300 mg kg<sup>-1</sup> de solo para N, K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> respectivamente, utilizando-se ureia, MAP e cloreto de potássio, como suas respectivas fontes. Iniciando aos 18 dias após a semeadura (DAS), os adubos foram aplicados em cobertura via água de irrigação, sendo parceladas em três aplicações. Para o fornecimento de micronutrientes, foram realizadas adubações com Niphokan<sup>®</sup> via foliar constituído por Nitrogênio (N) 5,00% (64,50 g L<sup>-1</sup>), Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 8,00% (103,20 g L<sup>-1</sup>), Potássio (K<sub>2</sub>O) 5,00% (64,50 g L<sup>-1</sup>), Magnésio (Mg) 1,00% (12,90 g L<sup>-1</sup>), Boro (B) 0,50% (6,45 g L<sup>-1</sup>), Cobre (Cu) 0,20% (2,58 g L<sup>-1</sup>), Manganês (Mn) 0,50% (6,45 g L<sup>-1</sup>), Zinco (Zn) 1,00% (12,90 g L<sup>-1</sup>). Os vasos foram dispostos em fileiras simples espaçadas de 1,0 m e 0,6 m entre plantas na fileira (Figura 2).



**Figura 2.** Distribuição das unidades experimentais na área de estudo.

#### 4.4. Semeadura

As sementes do genótipo de algodoeiro ‘BRS Jade’ foram distribuídas três sementes por recipiente a 2 cm de profundidade de forma equidistante com a umidade do solo no nível equivalente ao da capacidade de campo, em todas as unidades experimentais, até a emissão da primeira folha definitiva, quando se iniciou a aplicação dos tratamentos (Figura 3A). Aos 15 dias após sementeira (DAS), foi realizado um desbaste, mantendo-se uma planta por recipiente (Figura 3B).



**Figura 3.** Semeadura do genótipo BRS Jade (A) e desbaste das plantas (B).

#### 4.5. Manejo da irrigação

Antes da sementeira, determinou-se o volume necessário de água para o solo atingir a capacidade de campo através do método de saturação por capilaridade, seguida por drenagem. Após a sementeira, as irrigações foram realizadas, diariamente, às 17 horas, aplicando-se, em

cada recipiente, com o início dos tratamentos aos 15 DAS, o volume de água correspondente a cada tratamento (40, 60, 80, 100 e 120% da ETr), foram determinados pelo balanço hídrico: volume aplicado menos o volume drenado na irrigação anterior, acrescido de uma fração de lixiviação de 20%, a cada 7 dias, nas plantas sob irrigação com 100% da ETr.

#### 4.6. Tratos culturais e fitossanitários

O manejo de pragas foi realizado com defensivo químico Battus® para o controle do pulgão do algodoeiro (*Aphis gossypii*) e mosca branca (*Bemisia tabaci*) 1 g L<sup>-1</sup>, 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.

#### 4.7. Variáveis analisadas

##### 4.7.1. Crescimento

Aos 50 DAS foram determinados o número de folhas, a área foliar, a altura de plantas e o diâmetro de caule. O número de folhas foi obtido levando em consideração as folhas que apresentavam comprimento superior a 3 cm e coloração característica de cada genótipo. A altura de planta foi realizada medindo-se o comprimento da parte aérea do colo da planta até a gema apical do ramo principal (Figura 4A). O diâmetro do caule foi mensurado a 2 cm do solo, utilizando-se de paquímetro digital (Figura 4B).



**Figura 4.** Análises de altura de plantas (A) e diâmetro de caule (B) do algodoeiro.

A área foliar foi estimada por meio da Equação 1, proposta por Grimes e Cartes (1969):

$$AF_{\text{Planta}} = \Sigma AF = \Sigma (0,4322 x^{2,3002}) \text{ (cm}^2\text{)} \quad (1)$$

Em que: AF é a área foliar de cada folha do algodoeiro e 'x' o comprimento da nervura principal da respectiva folha, sendo a área foliar por planta ( $AF_{\text{Planta}}$ ) determinada pelo somatório da área foliar (AF) de todas as folhas.

#### 4.7.2 Fitomassa

Ao final do ciclo da cultura (130 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 peso constante; posteriormente, o material foi pesado em balança de precisão, obtendo-se a fitomassa seca da folha (FSF), fitomassa do caule (FSC), fitomassa da raiz (FSR) e fitomassa das brácteas (FSB).

#### 4.7.4. Componentes de produção

Ao final do ciclo (130 DAS) foram quantificados os componentes de produção: número de flores (NFLO), número de sementes por planta (NSEM), massa de sementes total (MTSEM) e massa de algodão em caroço (MAC), analisados de acordo com a metodologia da Embrapa Algodão. Os capulhos foram colhidos por planta, à medida que atingiam o ponto de colheita, posteriormente foram pesados em balança analítica com resolução de 0,001 g para obtenção da massa de algodão em caroço.

### 4.8. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foi realizada análise de regressão ( $p \leq 0,05$ ) para os dados relativos às lâminas de irrigação e concentrações de ácido salicílico (FERREIRA, 2019).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

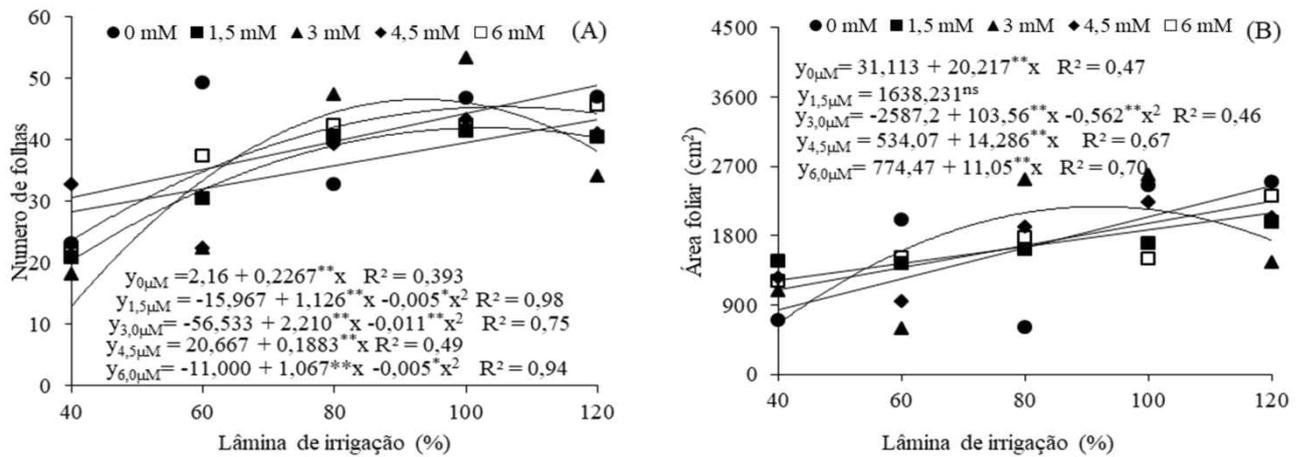
Observa-se através do resumo da análise de variância (Tabela 2) que houve efeito significativo entre os fatores (LI × AS) sobre a altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e área foliar (AF) aos 50 dias após a semeadura. Observa-se efeito isolado das lâminas de irrigação para todas as variáveis estudadas. Já as concentrações de ácido salicílico afetaram significativamente o diâmetro do caule (DC) das plantas de algodoeiro ‘BRS Jade’ aos 50 dias após a semeadura.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC) em função de diferentes lâminas de irrigação e concentrações de ácido salicílico aos 50 dias após a semeadura.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		NF	AF	AP	DC
Lâmina de irrigação (LI)		1165,16**	2786082,88**	322,5366**	20,12**
Regressão linear		3680,32**	10294048,27**	1159,26**	70,30**
Regressão quadrática		884,57**	153587,74 <sup>ns</sup>	92,00*	2,20 <sup>ns</sup>
Ácido salicílico (AS)		70,10 <sup>ns</sup>	3266,90 <sup>ns</sup>	11,80 <sup>ns</sup>	2,94*
Regressão linear		8,88 <sup>ns</sup>	5167,94 <sup>ns</sup>	22,04 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática		242,14*	19,90 <sup>ns</sup>	13,62 <sup>ns</sup>	8,20*
Interação (LI × AS)		161,32**	929873,92**	30,40*	1,35 <sup>ns</sup>
Blocos		77,52 <sup>ns</sup>	30374,49 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>
Resíduo		52,55	181665,20	16,28	1,34
CV (%)		19,79	25,77	7,87	14,07

GL - grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; \*\*significativo a 0,01 de probabilidade; \*significativo a 0,05 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

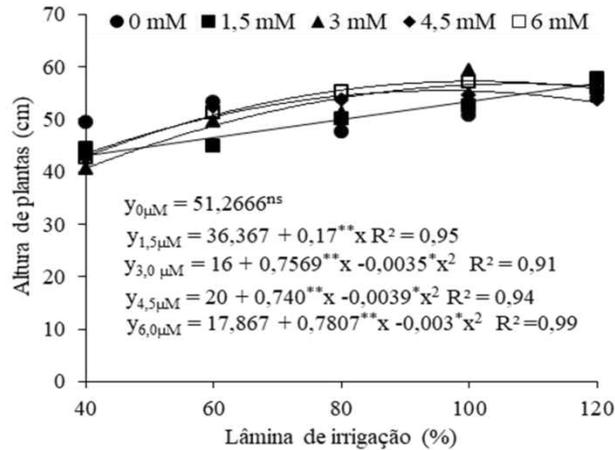
Observa-se a interação das lâminas de irrigação e as concentrações do ácido salicílico, sob o número de folhas do algodoeiro (Figura 5A). As plantas do algodoeiro que foram irrigadas com 100% da ETr e receberam a concentração de 3 mM obtiveram um maior número de folhas (53,33 folhas), já as que foram irrigadas com 40% da ETr obtiveram menor valor na concentração 3mM. O ácido salicílico induz na planta a ativação de mecanismos de defesa e sua resistência às condições adversas ao seu desenvolvimento, devido ser um composto fenólico que regula o crescimento endógeno das plantas. Pois, as plantas sob 100% da ETr estavam em condições hídrica favorável, facilitando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, favorecendo seu crescimento em meio às condições de déficit hídrico (KUMAR, 2014).



**Figura 5.** Número de folhas (A) e área foliar (B) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da interação entre as lâminas de irrigação e concentrações de ácido salicílico aos 50 dias após a semeadura.

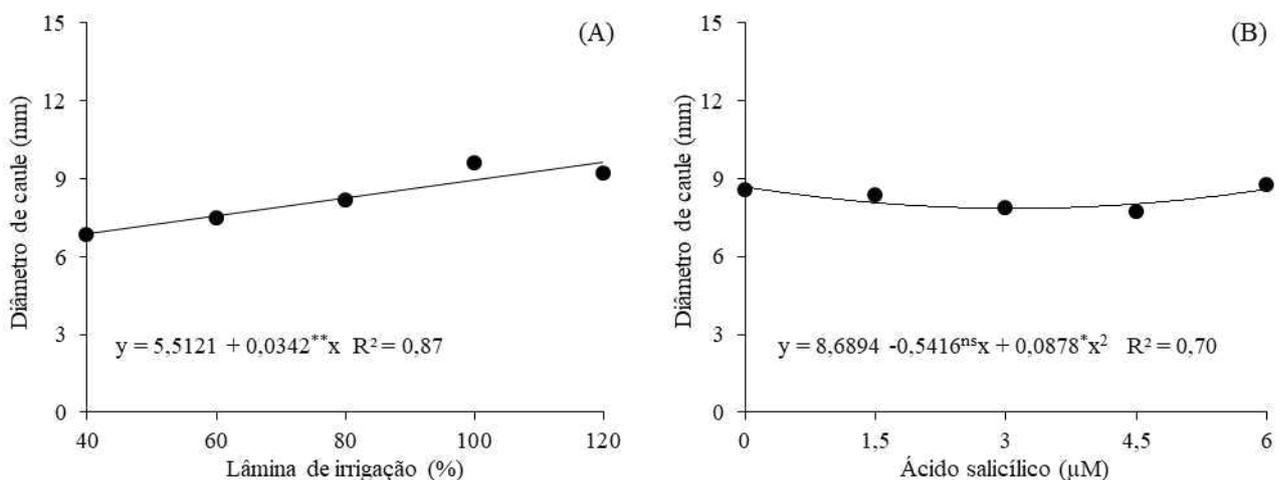
A área foliar do algodoeiro do genótipo ‘BRS Jade’ (Figura 3C) foi afetada pela interação das lâminas de irrigação e concentrações do ácido salicílico. Entretanto não houve ajuste significativo na concentração 1,5 mM. As plantas irrigadas com 100% da ETr obtiveram maior área foliar (2585,0 cm<sup>2</sup>) na concentração de 3 mM. Verifica-se menor AF nas plantas na concentração 3mM irrigadas com 40% da ETr, independentemente da concentração de AS. Em geral, o estresse hídrico resulta na redução no crescimento das plantas, entretanto, o ácido salicílico proporcionou um efeito benéfico sobre as características de crescimento e desenvolvimento do algodoeiro, provavelmente devido a divisão do meristema e regulação de diversos processos fisiológicos (LIU et al., 2011).

A altura das plantas do algodoeiro do genótipo ‘BRS Jade’ (Figura 6) foi afetada pela interação das lâminas e concentrações do ácido salicílico. As plantas irrigadas com 100% da ETr obtiveram maior altura da planta (59,33 cm) na concentração de 3 mM. Verifica-se menor AP nas plantas irrigadas com 40% da ETr e na concentração 3mM. Entretanto não houve ajuste significativo na concentração 0 mM. A aplicação do ácido salicílico em pequenas concentrações promove à tolerância da planta ao estresse, aumentando a turgência celular, já em altas concentrações não exercem papel benéfico no crescimento e produção das plantas, devido à baixa translocação do AS a parte aérea, podendo desequilibrar a atividade enzimática da planta, gerando danos ao fotossistema e ao crescimento (SOFY et al., 2020; SOURI e TOHIDLOO, 2019).



**Figura 6.** Altura de plantas do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função da interação entre as lâminas de irrigação e concentrações de ácido salicílico aos 50 dias após a semeadura.

O aumento das lâminas de irrigação proporcionou um efeito linear crescente no diâmetro do caule do algodoeiro (Figura 7A) tendo um acréscimo de 29,14% entre as lâminas de 40 e 120% da ETr. Isso ocorreu em função da redução do potencial hídrico celular gera nas células uma menor turgescência e impedindo a divisão celular, além disso, tem-se o fechamento estomático, resultando na menor aquisição de fotoassimilados, com reduções no crescimento das plantas submetidas à deficiência hídrica (CARVALHO et al., 2017).



**Figura 7.** Diâmetro do caule do algodoeiro ‘BRS Jade’, em função das lâminas de irrigação (A) e das concentrações de ácido salicílico (B) aos 50 dias após a semeadura.

O diâmetro do caule (Figura 7B) reduziu 7,81% entre as concentrações de 1,5 e 4,5 mM do ácido salicílico. A concentração de 6 mM favoreceu o aumento do diâmetro do caule,

sendo o valor máximo de 8,75mm. O ácido salicílico pertencente ao grupo dos hormônios vegetais é considerado uma molécula muito promissora, por representar um novo meio de induzir a tolerância contra estresses bióticos e abióticos em culturas com importância socioeconômica, por incremento da atividade de enzimas antioxidantes (KANG et al., 2014).

Conforme análise de variância verifica-se que as lâminas de irrigação (LI) afetaram significativamente a fitomassa da folha (FSF), fitomassa do caule (FSC), fitomassa da raiz (FSR) e fitomassa das brácteas (FSB) aos 130 DAS (Tabela 3). Já as concentrações de ácido salicílico isoladas e a interação entre os fatores (LI × AS) não afetaram significativamente nenhuma das variáveis de acúmulo de fitomassa do algodoeiro ‘BRS Jade’ (Tabela 3).

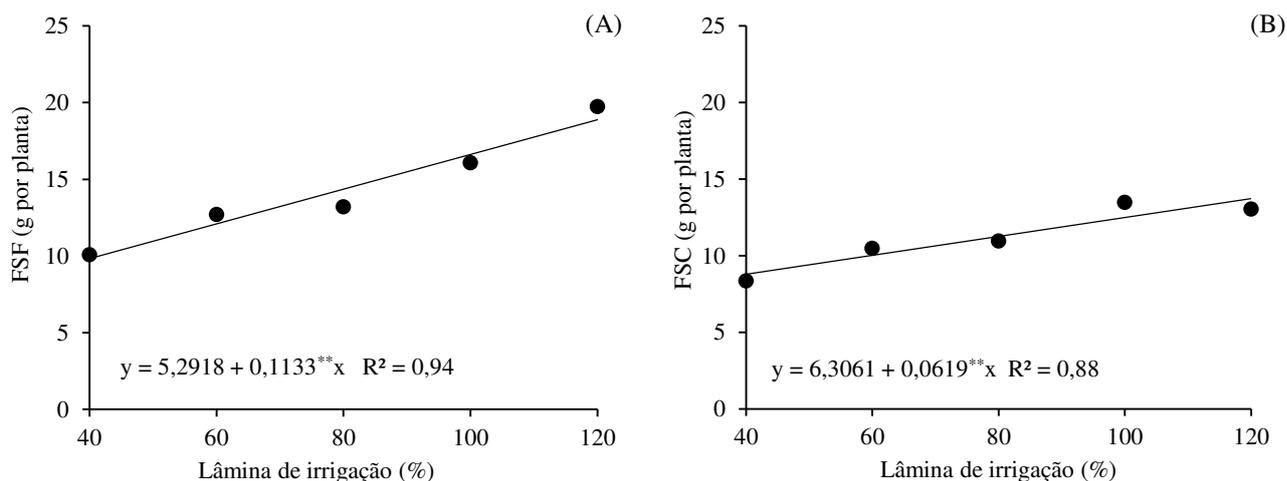
**Tabela 3.** Resumo da análise de variância referente à fitomassa seca da folha (FSF), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa seca da raiz (FSR) e fitomassa seca das brácteas (FSB) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função de diferentes lâminas de irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico aos 130 dias após a semeadura.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		FSF	FSC	FSR	FSB
Lâmina de irrigação (LI)	4	203,1749**	64,6897**	21,9329**	171,4870**
Regressão linear	1	770,5306**	229,7728**	73,8363**	661,9200**
Regressão quadrática	1	21,6001 <sup>ns</sup>	10,2477 <sup>ns</sup>	1,1293 <sup>ns</sup>	6,4487 <sup>ns</sup>
Ácido salicílico (AS)	4	48,8598 <sup>ns</sup>	6,6051 <sup>ns</sup>	3,7254 <sup>ns</sup>	4,5736 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	48,4731 <sup>ns</sup>	0,5840 <sup>ns</sup>	0,5605 <sup>ns</sup>	0,0748 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	76,5026 <sup>ns</sup>	12,2114 <sup>ns</sup>	1,5480 <sup>ns</sup>	7,0620 <sup>ns</sup>
Interação (LI × AS)	16	51,8444 <sup>ns</sup>	8,5517 <sup>ns</sup>	6,0076 <sup>ns</sup>	16,9218 <sup>ns</sup>
Blocos	2	89,7411 <sup>ns</sup>	11,0081 <sup>ns</sup>	4,2478 <sup>ns</sup>	34,7730*
Resíduo	48	39,1627	10,9255	3,9739	13,2984
CV (%)		43,59	29,36	40,65	41,87

GL- grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; \* significativo em nível de 0,05 de probabilidade; \*\* significativo em nível de 0,01 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

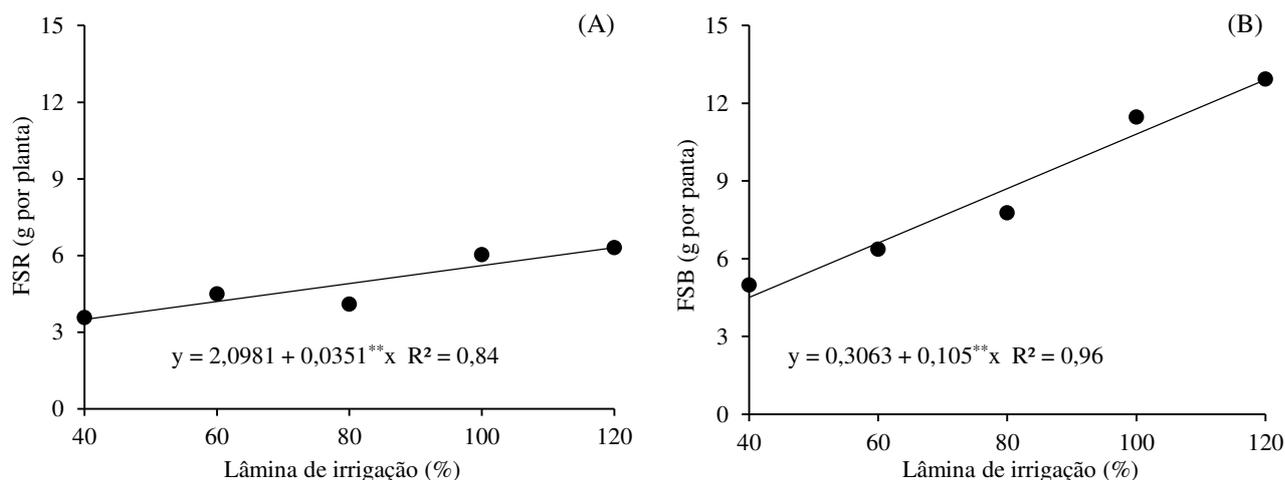
As lâminas de irrigação proporcionaram aumento no acúmulo de fitomassa da folha (FSF) do algodoeiro (Figura 8A) com acréscimo de 48,88% na FSF das plantas irrigadas com 120% da ETr em relação a menor lâmina (40% da ETr). Cordão Sobrinho et al. (2007), estudando diferentes lâminas de irrigação em algodoeiro herbáceo, verificaram que as menores lâminas de irrigação reduzindo a área foliar e a fitomassa. A fitomassa seca do caule (FSC) das plantas de algodoeiro (Figura 8B) obteve um acréscimo de 38,06% das plantas irrigadas com 100% da ETr em relação a lâmina de 40% da ETr. Entretanto houve um

decréscimo de 3,23% da lâmina de irrigação de 120% da ETr em relação a de 100% da ETr. Esse fato pode ser explicado por estudos semelhantes ao de Kerbaury (2012), onde observou-se que com uma maior absorção de água, aumenta a capacidade das folhas absorverem a radiação solar, aumentando a taxa de fotossíntese, e conseqüentemente o crescimento dos vegetais, tendo um maior acúmulo de fitomassa nas plantas.



**Figura 8.** Fitomassa seca das folhas - FSF (A) e fitomassa seca do caule - FSC (B) do algodoeiro 'BRS Jade' em função das lâminas de irrigação aos 130 dias após o semeio.

As lâminas de irrigação promoveram o efeito linear crescente na fitomassa seca da raiz (FSR) das plantas de algodoeiro (Figura 9A), tendo um acréscimo de 43,41% entre as lâminas de 40 e 120% da ETr. Segundo Meneses (2006), baixos potenciais hídricos promovem a redução na alocação de biomassa para as folhas, com isso, ocorre uma restrição ao desenvolvimento foliar, com reduções na condutância estomática, fitomassa foliar e área foliar das plantas, comprometendo o crescimento e desenvolvimento do algodoeiro influenciados pela variação do potencial hídrico do solo.



**Figura 9.** Fitomassa seca das raízes - FSR (A) e fitomassa seca das brácteas - FSB (B) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função das lâminas de irrigação aos 130 dias após a semeadura.

De forma semelhante à fitomassa das brácteas (Figura 9B) teve um acréscimo de 61,47% nas plantas irrigadas com 120% em relação às irrigadas com 40% da ETr. O déficit hídrico acelera o processo de senescência das folhas consequentemente restringir a área foliar e a superfície fica exposta às perdas, por transpiração, tendo diminuição da fitomassa da planta, devido à redução das taxas fotossintéticas. Isso explica porque em condições de suprimento hídrico necessário têm-se acréscimo de matéria seca, uma vez que a planta tem maiores taxas de translocação ao longo do seu desenvolvimento (ANDRADE; ABREU, 2007).

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 4), observa-se que, as lâminas de irrigação de forma isolada afetaram significativamente todas as variáveis analisadas. Observa-se ainda que, a interação entre os fatores (LI × AS) e as concentrações de AS de maneira isolada não afetaram significativamente nenhuma das variáveis mensuradas.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância referente ao número de flores (NFLO), número de sementes por planta (NSEM), massa de sementes total (MTSEM) e massa de algodão em caroço (MAC) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função de diferentes lâminas de irrigação e concentrações de ácido salicílico aos 130 DAS.

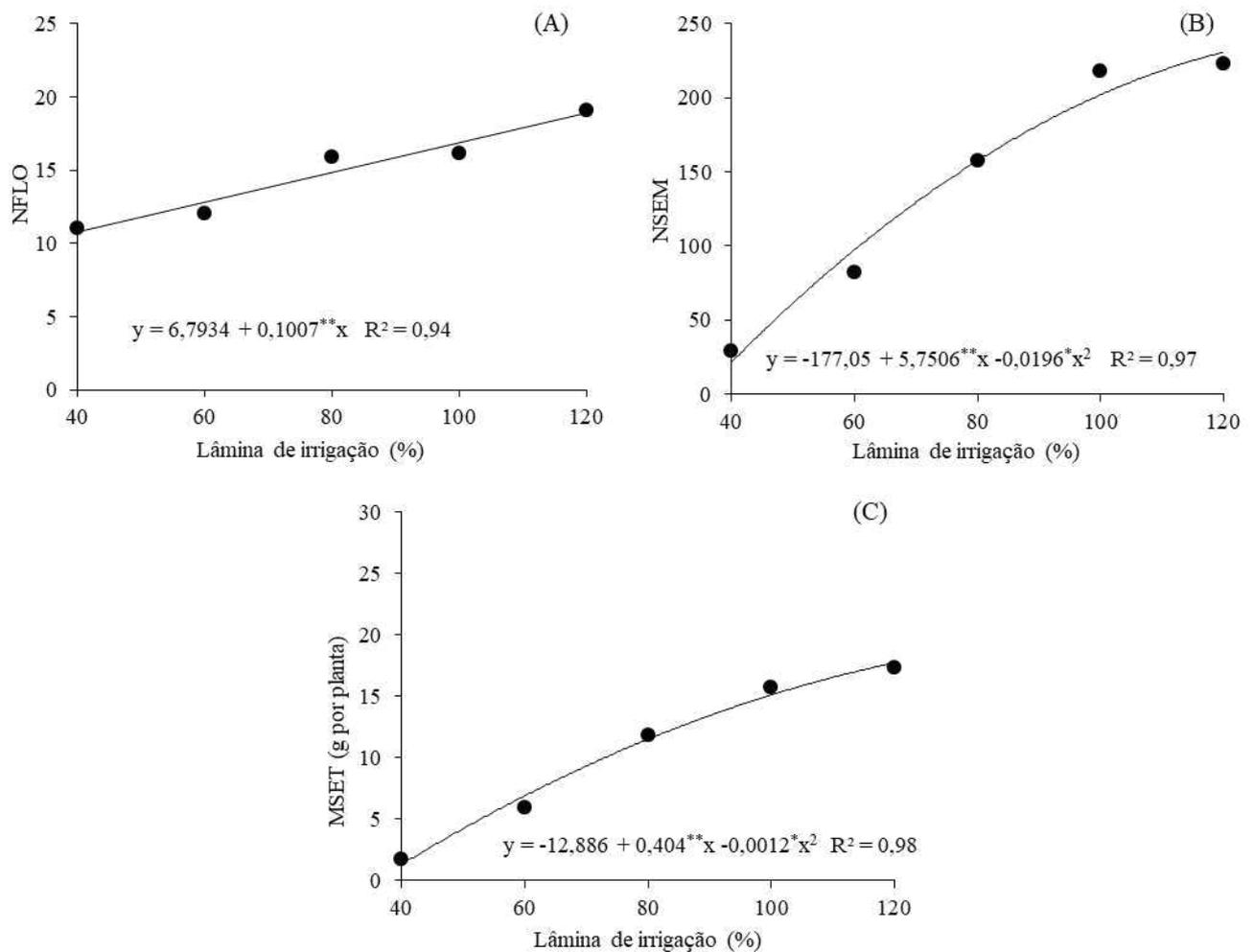
Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		NFLO	NSEM	MTSEM	MAC
Lâmina de irrigação (LI)	4	160,9300**	108174,2533**	652,1688**	1963,2813**
Regressão linear	1	608,0266**	410398,1066**	2530,1994**	7604,7296**
Regressão quadrática	1	0,0190 <sup>ns</sup>	12901,5047*	52,1007*	121,3872*

Ácido salicílico (AS)	4	20,5466 <sup>ns</sup>	5323,3533 <sup>ns</sup>	3,7812 <sup>ns</sup>	17,1670 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	19,0816 <sup>ns</sup>	947,5266 <sup>ns</sup>	0,9456 <sup>ns</sup>	3,8978 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	23,6678 <sup>ns</sup>	11,4333 <sup>ns</sup>	9,7158 <sup>ns</sup>	48,3456 <sup>ns</sup>
Interação (LI × AS)	16	44,4425 <sup>ns</sup>	2992,5783 <sup>ns</sup>	9,1222 <sup>ns</sup>	27,1117 <sup>ns</sup>
Blocos	2	148,6433*	5079,6933 <sup>ns</sup>	33,8560*	118,3014*
Resíduo	48	30,0669	3451,9850	11,7762	38,3153
CV (%)		36,93	41,40	32,63	35,59

GL- grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; \*significativo em nível de 0,05 de probabilidade; \*\* significativo em nível de 0,01 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

O número de flores (NFLO) cresceu linearmente com o incremento das lâminas de irrigação. Conforme a equação de regressão (Figura 10A) constata-se que teve um aumento de 42,14% no NFLO das plantas irrigadas com 120% da ETr em relação as cultivadas com 40% da ETr. No algodoeiro o estresse por restrição hídrica pode levar à diminuição do número de estruturas reprodutivas, tendo o abortamento de flores, quedas nos botões florais e abertura da flor, isso explica porque à medida que se aumenta a lâmina de irrigação favorece o número de flores. Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida et al. (2017) analisando o algodoeiro herbáceo submetido ao estresse hídrico, onde observaram que lâminas menores de irrigação 40 e 60% prejudicam o estágio de início de florescimento pois é o período maior sensibilidade da planta ao estresse.

As lâminas de irrigação exerceram efeito quadrático sobre o número de sementes (NSEM) do algodoeiro aos 130 DAS (Figura 108B), tendo um acréscimo de 86,78% entre as lâminas de 40 e 120% da ETr, sendo o valor máximo de NSEM de 222, 87 g por planta obtido nas plantas irrigadas com 120% da ETr. O déficit hídrico das menores lâminas de irrigação ocasionou uma diminuição na produtividade do número de sementes devido ao estresse fisiológico, uma vez que o estresse reduz o florescimento e a retenção nas maçãs, tem se uma queda na produção. Pois a restrição hídrica ocorrida durante as fases de desenvolvimento e crescimento pode influenciar nos componentes de produção do algodoeiro (SAMPATHKUMAR et al., 2013; UNLÜ et al., 2011).

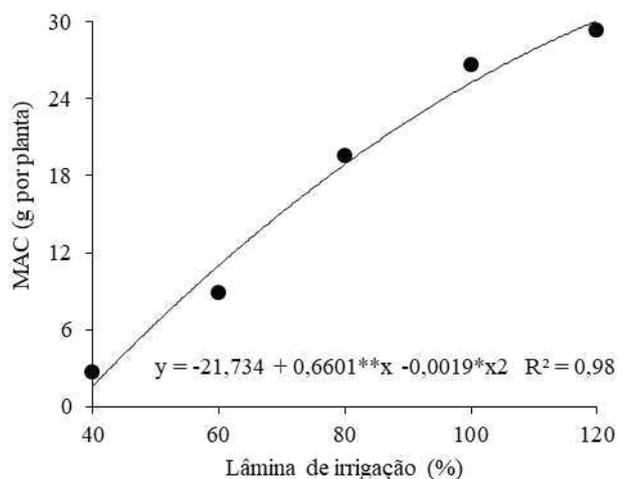


**Figura 10.** Número de flores - NFLO (A), número de sementes - NSEM (B) e massa total de sementes - MSET (C) do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função das lâminas de irrigação aos 130 dias após a semeadura.

As diferentes lâminas de irrigação exerceram um efeito quadrático sobre a massa total de sementes (MSEMT) aos 130 DAS (Figura 10C), tendo um acréscimo de 89,92% entre as lâminas de 40 e 120% da ETr, com valor máximo de MTSEM de 17,38 g por planta nas plantas submetidas à lâmina de 120% da ETr. Assim como observado em plantas de girassol, as plantas irrigadas com 120% da ETr têm um maior acúmulo na massa de sementes em comparação as que receberam 40% da ETr, pois quando se tem uma maior absorção de água, aumenta a superfície fotossintetizante influenciando diretamente na massa das sementes (SOARES et al., 2020).

Conforme resultados da análise de regressão referente às lâminas de irrigação para a massa de algodão em caroço (MAC), observa-se um acréscimo quadrático de 91,1% mediante o aumento da disponibilidade de água de 40% para 120% da ETr (Figura 11). Quando o nível

de água é menor que à necessidade hídrica da planta durante a fase de florescimento e de enchimento das maçãs tem provocado, mais comumente, as maiores reduções de produtividade, pois a planta transforma a água disponível em produção efetiva de massa de algodão em caroço (ECHER, 2010).



**Figura 11.** Massa do algodão em caroço - MAC do algodoeiro ‘BRS Jade’ em função das lâminas de irrigação aos 130 dias após a semeadura.

## **6. CONCLUSÕES**

O aumento das lâminas de irrigação favoreceu o crescimento, a produção e o acúmulo de fitomassa do algodoeiro 'BRS Jade' aos 130 dias após o semeio.

O ácido salicílico não atenua os efeitos deletérios do estresse hídrico sobre o crescimento, a produção e o acúmulo de fitomassa do algodoeiro 'BRS Jade'.

A aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 3,0 mM associada a irrigação com 100% da ETr promove aumento no crescimento do algodoeiro.

## 7. REFERÊNCIAS

- AIRES, E.S.; FERRAZ, A.K.L.; CARVALHO, B.L.; TEIXEIRA, F.P.; PUTTI, F.F.; DE SOUZA, E.P.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O. Foliar Application of Salicylic Acid to Mitigate Water Stress in Tomato. *Plants* 2022, 11, 1775.
- ABRAPA, **Associação Brasileira dos Produtores de Algodão**. Disponível em <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx> Acesso em: 08/01/2023.
- ALMEIDA, E. S. A. B. de; PEREIRA, J. R.; AZEVEDO, C. A. V. de; ARAÚJO, W. P.; ZONTA, J. H.; CORDÃO, M. A. Algodoeiro herbáceo submetido a déficit hídrico: Produção. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, p. 22-28, 2017.
- ALONSO, R. A., RODRIGUEZ, D., REYES, D., JIMENEZ, J. A., NICOLAS, G., LOPEZ-CLIMENT, M. Evidence for a role of gibberellins in salicylic acid-modulated early plant responses to abiotic stress in Arabidopsis seeds. **Plant Physiology**, v.150, p.1335–1344, 2009.
- AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e suas relações com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 377-384, 2006.
- AMPA - Associação Matogrossense dos Produtores de Algodão. **História do Algodão**. Disponível em: [http://www.ampa.com.br/site/qs\\_historia.php](http://www.ampa.com.br/site/qs_historia.php). Acesso em: 08/01/2023.
- ANDRADE, J. A.; ABREU, F. G. Influência da temperatura e do teor de umidade do solo na área foliar e acumulação de matéria seca durante o estabelecimento da ervilha, do milho e do girassol. **Revista de Ciências Agrárias**, v.30, p.27-37, 2007.
- AQUINO, L. A.; AQUINO, R. F. B. A.; SILVA, T. C.; SANTOS, D. F.; BERGER, P. G. Aplicação do fósforo e da irrigação na absorção e exportação de nutrientes pelo algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 355-361, 2012.
- ARAÚJO, W. P. **Irrigação fenológica em duas cultivares de algodoeiro herbáceo**. Tese Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018. 132 p.
- ASADI, M., HEIDARI, M. A., KAZEMI, M., & FILINEJAD, A. R. Salicylic acid induced changes in some physiological parameters in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under salt stress. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.9, p.311–316, 2013.
- BATISTA, C. H.; AQUINO L. A.; SILVA T. R.; SILVA, H. R. F. Crescimento e produtividade da cultura do algodão em resposta a aplicação de fósforo e métodos de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.4, p.197-206, 2010.

- BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. de; SOUSA JÚNIOR, S. P. de; BRITO, G. G. de; CARDOSO, G. D. Ecofisiologia do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch.). In: BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. de. **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2011. Cap. 2, p.65-124.
- BELTRÃO, N. E. M.; SOUSA, J. G. Fitologia de Algodão Herbáceo- sistemática, organografia e anatomia. In BELTRÃO, N. E. M. **O Agronegócio do Algodão No Brasil**. v1, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.55-85, 1999.
- BEZERRA, J. R. C.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; DIAS, J. M. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do algodoeiro BRS-200 Marron, 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.
- BISPO, R. C.; FLORES, D. S; SANTOS, V.N.H. B; VENTURA, K. M; QUEIROZ, S. O.P. MANEJO DE IRRIGAÇÃO PARA CULTIVO DE PIMENTÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO, IV INOVAGRI International Meeting, Botucatu, SP. 2017. Disponível em: [\(PDF\) MANEJO DE IRRIGAÇÃO PARA CULTIVO DE PIMENTÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO \(researchgate.net\)](#). Acesso em: 29 mar. 2023.
- CARVALHO, M.; LINO-NETO, T.; ROSA, E.; CARNIDE, V. Cowpea: a legume crop for a challenging environment. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, p. 4273- 4284, 2017.
- COELHO J. D. **Produção de algodão**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 3, n.56, dez., 2018.
- CAMARGO, D. C. Manejo da Irrigação: como, quando e quanto irrigar?. Fortaleza: INOVAGRI/IFCE, 2016. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/conhecerh/bitstream/ana/250/1/Apresenta%C3%A>> Acesso em: 29 mar. 2023.
- COELHO, A. P.; FÁRRIA, R.; DALRI, A.B.; FÁBIANO, P.L.; ZANINI, J.R. Clorofilômetro portátil como forma de manejo da irrigação e adubação nitrogenada em aveia- branca. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, nº.2, p. 2542 – 2553.

- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2020/21, 7º levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 08/01/2022.
- CORDÃO SOBRINHO, F. P.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, F. A. L.; TERCEIRO NETO, C. P. C. Crescimento e rendimento do algodoeiro BRS-200 com aplicações de cloreto de mepiquat e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 284-292, 2007.
- ECHER, F. R.; CUSTÓDIO, C. C.; HOSSOMI, S.T.; DOMINATO, J. C.; MACHADO NETO, N. B. Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 638-645, 2010.
- FARIAS, F. J. C.; MORELLO, C. de L.; PEDROSA, M. B.; SUASSUNA, N. D.; SILVA FILHO, J. L da; CARVALHO, L. P de; RIBEIRO, J. L.; **BRS Jade: Nova cultivar de algodão colorido de dupla aptidão para o cerrado baiano e para o semiárido nordestino**. Congresso Brasileiro de algodão. 2017.
- FERRAREZE, J.P., CASTILHO, M.S.M., SGANZERLA, W.G. and PIOVEZAN, M., 2019. Toxicity of salicylic acid and acetylsalicylic acid in *Raphanus sativus* submitted to water stress. *Acta Horticulturae*, vol. 1251, pp. 159-164.
- FERNANDES, E. T; CAIRO, P. A. R; NOVAES, A. B. Respostas fisiológicas de clones de eucalipto cultivados em casa de vegetação sob deficiência hídrica. **Ciência Rural**, v. 45, p. 29-34, 2015.
- FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, v. 3, p. 67-77, 2015.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GRIMES, D. W.; CARTER, L. M. A linear rule for direct nondestructive leaf area measurements. **Agronomy Journal**, v. 61, p. 477-479, 1969.
- HABIBI, A.; ABDOLI, M. Influence of salicylic acid pre-treatment on germination, vigor and growth parameters of garden cress (*Lepidium sativum*) seedlings under water potential loss at salinity stress. **International Research Journal of Applied and Basic Sciences**, v.4, p.1393-1399, 2013.
- HASANUZZAMAN, M.; ALAM, M. M.; NAHAR, K.; MAHMUD, J. A.; AHAMED, U.; FUJITA, M. Exogenous salicylic acid alleviates salt stress-induced oxidative damage in

- Brassica napus by enhancing the antioxidant defense and glyoxalase systems. **Australian Journal of Crop Science**, v.8, p.631-639, 2014.
- HAYAT, Q.; HAYAT, S.; IRFAN, M.; AHMAD, A. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment. **Environmental and Experimental Botany**, v.68, p.14–25, 2010.
- HORVATH, E.; SZALAI, G.; JANDA, T. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.26, p.290-300, 2007.
- HUSSAIN, M.; MALIK, M. A.; FAROOQ, M.; ASHRAF, M. Y.; CHEEMA, M. A. Improving drought tolerance by exogenous application of glycine betaine and salicylic acid in sunflower. **Journal Agronomy & Crop Science**, v. 194, p.193-199, 2008.
- HUSSEIN, F.; JANAT, M.; YAKOUB, A. Assessment of yield and water use efficiency of drip-irrigated cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by deficit irrigation. **Turkish Journal of Agriculture & Forestry**, v.35, p.611-621, 2011.
- JAYAKANNAN, M.; BOSE, J.; BABOURINA, O.; RENGEL, Z.; SHABALA, S. Salicylic acid improves salinity tolerance in Arabidopsis by restoring membrane potential and preventing salt-induced K<sup>+</sup> loss via a GORK channel. **Journal of Experimental Botany**, v.64, p.2255–2268, 2013.
- KANG, G.; LI, G.; GUO, T. Molecular mechanism of salicylic acid-induced abiotic stress tolerance in higher plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.36, p. 2287-2297, 2014.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.
- KUMAR, D. Salicylic acid signaling in disease resistance. **Plant Science**, v. 228, n. 1 p. 127-124, 2014.
- LAKZAYI, M.; SABBAGH, E.; RIGI, K.; KESHTEHGAR, A. Effect of salicylic acid on activities of antioxidant enzymes, flowering and fruit yield and the role on reduce of drought stress. **International Journal Farming & Allied Sciences**, v.3, p.980-987, 2014.
- LI, T., HU, Y., DU, X., TANG, H., SHEN, C., et al. Salicylic acid alleviates the adverse effects of salt stress in *Torreya grandis* cv. Merrillii seedlings by activating photosynthesis and enhancing antioxidant systems. **PLoS One**, v.9, p.92, 2014.
- 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.
- LIU, C.; GUO, J.; CUI, Y.; LÜ, T.; ZHANG, X.; SHI, G. Effects of cadmium and salicylic acid on growth, spectral reflectance and photosynthesis of castor bean seedlings. **Plant and Soil**, v. 344, p. 131-141, 2011.

- MAZARRO, S.M; BORSATTI, F.C; DALACOSTA, N.L; LEWANDOWSKI, A; DANNER, M.A; BUSSO, C; JUNIOR, A.W. Qualidade pós-colheita de acerolas tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, p.512-517, 2015.
- MEDEIROS, A. A. de; PEREIRA FILHO, J. E.; MEDEIROS, M. G. **Ensaio de algodão colorido no Nordeste**, Embrapa Algodão, 2011.
- MENESES, C. H. S. G.; LIMA, L. H. G. M.; LIMA, M. M. A; VIDAL, M. S. Aspectos genéticos e moleculares de plantas submetidas ao déficit hídrico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.10, p. 1039-1072, 2006.
- MONTEIRO, J. M. G. **Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semiárido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas**. Tese Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2007. 302p.
- 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.
- NASER, A. S. M.; ARVIN, M. J.; MANOOCHEHRI KALANTARI, K. Salicylic acid and nitric oxide alleviate osmotic stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. **Journal of Plant Interactions**, v.9, p.683-688, 2014.
- NOREEN, S.; ASHRAF, M. Alleviation of adverse effects of salt stress on sunflower (*Helianthus annuus* L.) by exogenous application of salicylic acid: growth and photosynthesis. **Pakistan Journal of Botany**, v.40, p.1657-1663, 2008.
- NOVAIS, R. F.; NEVES J. C. L.; BARROS N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA, 1991. p. 189-253.
- PACE, P. F.; CRALLE, H. T.; EL-HALAWANY, S. H. M.; COTHREM, J. T.;SENSEMAN, S. A. Drought-induced changes in shoot and root growth of young cotton plants. **Journal of Cotton Science**, v. 3, p. 183-187, 1999.
- RATHINAMOORTHY, R., PARTHIBAN, M. Colored cotton: Novel eco-friendly textile material for the future. In: MARTÍNEZ, L., KHARISSOVA, O., KHARISOV, B. **Handbook of ecomaterials**. Springer, Cham. 2019.
- RIBEIRO, R. B.; FILGUEIRAS, R.; RAMOS, M.C.A.; ALMEIDA, L.; GENEROSO, T.M.et al. Variabilidade espaço-temporal da condição da vegetação na agricultura irrigada por meio de imagens sentinel. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.11, nº.6, p. 1884 –

- 1893, Fortaleza, CE. 2017. Disponível em: < DOI: 10.7127/rbai.v11n600648> Acesso em: 29 mar. 2023.
- ROBERTSON, B.; BEDNRZ, C.; BURMESTER, C. Growth and development - First 60 days. **Cotton Physiology Today**, v.13, p.1-5, 2007.
- RODRIGUES, J. D.; SILVA, C. R. C.; PEREIRA, R. F.; RAMOS, J. P. C.; MELO FILHO, P. A.; CAVALCANTI, J. J. V.; SANTOS, R. C. Characterization of water-stress tolerant cotton cultivars based on plant growth and in activity of antioxidant enzymes. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.3763-3770, 2016.
- ROSOLEM, C. A. **Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, 2001a, 24 p. (Informações Agronômicas n. 95).
- 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.
- SALEH, B. Salt stress alters physiological indicators in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Soil & Environment**, v.31, p.113-118, 2012.
- SAMPATHKUMAR, T.; PANDIAN, B. J.; RANGASWAMY, M. V.; MANICKASUNDARAM, P.; JEYAKUMAR, P. Influence of deficit irrigation on growth, yield and yield parameters of cotton–maize cropping sequence. **Agricultural Water Management**, v. 130, p. 90-102, 2013.
- SANTOS, R. F.; KOURI, J.; SANTOS, J. W. O agronegócio do algodão. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.). **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. v. 1 Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. cap. 2, p. 31-60, 2008.
- SHARMA, V. SALWAN, R.; SHARMA, P. N.; KANWAR, S. S. Elucidation of biocontrol mechanisms of *Trichoderma harzianum* against different plant fungal pathogens: universal yet host specific response. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 95, p. 72-79. 2017.
- SOARES, L. A. dos A.; DIAS, K. M. M.; NASCIMENTO, H. M.; LIMA, G. S. de; OLIVEIRA, K. J. A. de; SILVA, S. S. da. Estratégias de manejo do déficit hídrico em fases fenológicas do algodoeiro colorido. **Irriga**, 25: 656-662, 2020.
- SOARES, C. M. **As dificuldades de internacionalização do algodão colorido paraibano: um estudo de caso sobre a cooperativa CoopNatural**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Relações Internacionais) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2016. 96p.

- SOBRAL, M. C; ASSIS, J. M. O; OLIVEIRA, C. R; SILVA, G. M. N; MORAIS, M; CARVALHO, R. M. C. Impacto das mudanças climáticas nos recursos hídricos no submédio da bacia hidrográfica do rio São Francisco – Brasil. **Revista Eletrônica do PRODEMA**, v.12, p.95-106. 2018.
- 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.
- 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.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Embrapa. 2017. 573p.
- ÜNLÜ, M.; KANBER, R.; KOC, D. L.; TEKIN, S.; KAPUR, B.; Effects of deficit irrigation on the yield and yield components of drip irrigated cotton in a mediterranean environment. **Agricultural Water Management**, v. 98, p. 597-605, 2011.