



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

JESSICA RAIANE MORAIS BEZERRA

**CULTIVO DE ALGODOEIRO COLORIDO SOB DÉFICIT HÍDRICO  
EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS**

POMBAL-PB

2022

**JESSICA RAIANE MORAIS BEZERRA**

**CULTIVO DE ALGODOEIRO COLORIDO SOB DÉFICIT HÍDRICO  
EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciências 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.

POMBAL- PB

2022

B574c Bezerra, Jessica Raiane Morais.

Cultivo de algodoeiro colorido sobre déficit hídrico em diferentes fases fenológicas / Jessica Raiane Morais Bezerra. – Pombal, 2022. 48 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 Almeida dos Anjos Soares.” Referências.

1. Cotonicultura. 2. Estresse hídrico. 3. Tolerância a salinidade. 4. Tolerância a alcalinidade. 5. *Gossypium hirsutum* L. I. Soares, Lauriane Almeida dos Anjos. II. Título.

CDU 633.511(043)

JESSICA RAIANE MORAIS BEZERRA

**CULTIVO DE ALGODOEIRO COLORIDO SOB DÉFICIT HÍDRICO  
EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS**

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

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA:

Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Orientadora - Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lauriane Almeida dos Anjos Soares  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Marcelo Cleón de Castro Silva

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

Iara Almeida Roque

Membro – MSc. Iara Almeida Roque  
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN - PPGEA)

POMBAL-PB

2022

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico ao meu pai Geraldo Bezerra da Silva e à minha mãe Maria Marluvia Bezerra da Silva, que sempre acreditaram em mim e nunca mediram esforços em prol da minha educação, obrigada pelo amor incondicional e por me motivar a continuar lutando para realização dos meus sonhos e objetivos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente, à Deus pela dádiva da vida, por sempre me ampara e me sustentar nos momentos de aflição, me guiando em todos os momentos de lutas e conquistas;

Ao meu pai, Gilberlandio Bezerra da Silva por todo amor, cuidado e incentivo durante toda minha vida e principalmente em minha graduação;

Aos meus avós, Maria Marlúcia Bezerra da Silva e Geraldo Bezerra da Silva por ser meu refúgio, meus maiores incentivadores, obrigada por sempre acreditar em mim, e sempre me incentivar a ser uma pessoa melhor, tudo que sou devo a vocês;

Aos meus tios, por todo apoio, incentivo e amor desde o começo da minha graduação;

À minha orientadora Lauriane Almeida, que ganhou meu coração desde o primeiro dia de aula, obrigada por toda paciência e compreensão, saiba que é meu exemplo de profissional espero um dia ser metade da profissional que a senhora é, sou grata por todos os ensinamentos, conselhos e pela oportunidade de fazer parte da sua linda equipe de pesquisa Agroirriga;

Aos meus amigos de turma da graduação: Maria Amanda, Vicente, Rafael, Irlan Vitor, pelos muitos momentos de dificuldades e aprendizados compartilhados nesses cinco anos;

À minha melhor amiga Adla Jamilly Vieira Felipe, por toda paciência, compreensão e companheirismo, por estar sempre comigo em todos os momentos e no que eu mais precisei, sou grata por todos os conselhos;

Aos amigos que a UFCG me presenteou, Arthur Vinicius, Larissa Macedo, Michael Marcos, Fernanda Mirelly, Charles Macedo, obrigada por todos os momentos compartilhados, os apertões, dificuldades e muitas alegrias, vocês tornaram meus dias de graduação mais fáceis;

À Universidade Federal de Campina Grande pelas oportunidades concedidas que contribuíram para minha formação acadêmica;

À minha família por todo amor e carinho; Enfim, meus sinceros agradecimentos a todos que colaboraram direta ou indiretamente para a construção deste trabalho.

MORAIS, J. R. B. Cultivo de algodoeiro colorido sob déficit hídrico em diferentes fases fenológicas. 2022. 48f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

## RESUMO

A cotonicultura da região Nordeste vem ganhando destaque como uma atividade de importância para o agronegócio brasileiro. Entretanto, em regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, a irregularidade das chuvas é um dos principais fatores limitantes para esta cultura, visto que, nessas regiões, há ocorrência de déficit hídrico devido a chuvas mal distribuídas e elevadas taxas de evapotranspiração, favorecendo assim o processo de estiagem, dificultando a produção do algodoeiro. Portanto, o presente trabalho, teve como objetivo avaliar o crescimento, a fisiologia e a produção de genótipos de algodoeiro naturalmente colorido sob estratégias de manejo com déficit hídrico em diferentes fases fenológicas das plantas. A pesquisa foi desenvolvida sob condições de campo, na Universidade Federal de Campina Grande, localizada no município de Pombal, Paraíba. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial  $3 \times 3$ , correspondente a três genótipos de algodão de fibra colorida ('BRS Rubi', 'BRS Jade' e 'BRS Safira') e três estratégias de manejo do déficit hídrico (40% da necessidade hídrica), variando as fases fenológicas. Os genótipos BRS Rubi e BRS Jade mostraram-se superiores para condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. O estresse hídrico aplicado na fase de floração do algodoeiro colorido prejudica a produção do algodoeiro com decréscimos no número de capulhos, massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma. O genótipo BRS Rubi se destaca pela maior produção de fitomassas de folhas, caule e parte aérea, sendo inferior as demais na eficiência no uso da água.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* L.; estresse hídrico; tolerância.

MORAIS, J. R. B. 2022. Cultivation of colored cotton under water deficit in different phenological phases. 48f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Agri-Food Science and Technology. Pombal, PB.

### ABSTRACT

Cotton farming in the Northeast region has been gaining prominence as an activity of importance to Brazilian agribusiness. However, in semi-arid regions of the Brazilian Northeast, the irregularity of rainfall is one of the main limiting factors for this crop, since, in these regions, the occurrence of water deficit is common, due to poorly distributed rainfall and high rates of evapotranspiration, thus favoring the drought process, making cotton production difficult. Therefore, the present work aimed to evaluate the growth, physiology and production of naturally colored cotton genotypes under management strategies with water deficit in different phenological phases of the plants. The research was developed under field conditions, at the Federal University of Campina Grande, located in the municipality of Pombal, Paraíba. The experimental design was in randomized blocks, in a 3 × 3 factorial scheme, corresponding to three colored fiber cotton genotypes ('BRS Rubi', 'BRS Jade' and 'BRS Safira') and three strategies for managing water deficit (40% of water requirement), varying the phenological phases. The BRS Rubi and BRS Jade genotypes were superior for stomatal conductance, transpiration and CO<sub>2</sub> assimilation rate. The water stress applied in the flowering phase of colored cotton impairs the production of cotton with decreases in the number of bolls, cotton seed mass and cotton lint mass. The BRS Rubi genotype stands out for the higher production of phytomass of leaves, stems and shoots, but was inferior to the others in terms of water use efficiency.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum* L.; water stress; tolerance



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELA</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1. Geral .....	14
2.2. Específicos .....	14
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
3.1. Aspectos gerais da cultura do algodoeiro .....	15
3.1.1. Algodoeiro de fibra colorida.....	16
3.2. Disponibilidade de água em regiões semiáridas .....	17
3.3. Estresse hídrico na cultura do algodoeiro .....	18
3.4. Estratégias de manejo do déficit hídrico .....	19
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
4.1. Localização e caracterização da área experimental .....	21
4.2. Delineamento experimental .....	21
4.3. Instalação do experimento em campo.....	22
4.4. Adubação .....	23
4.5. Semeadura.....	23
4.6. Manejo da irrigação .....	24
4.7. Tratos culturais e fitossanitários .....	24
4.8. Variáveis analisadas.....	24
4.8.1. Trocas gasosas .....	24
4.7.2. Crescimento .....	25
4.8.3 Produção de fitomassa .....	25
4.8.4. Consumo hídrico e eficiência do uso da água .....	26
4.8.5 Componentes de produção.....	26
4.9. Análises estatísticas .....	26
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>27</b>
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>35</b>
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>36</b>

## LISTA DE TABELA

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Estratégias de manejo da irrigação nas fases fenológicas dos genótipos de algodoeiro.....	21
<b>Tabela2.</b> Teste de médias para a condutância estomática (gs) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração (E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa de assimilação de $\text{CO}_2$ (A) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e concentração interna de $\text{CO}_2$ (Ci) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) aos 75 dias após a semeadura do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico e genótipos aos 120 dias após a semeadura.....	27
<b>Tabela 3.</b> Teste de médias para o número de folhas (NF), altura de plantas - AP (cm), diâmetro de caule - DC (mm), número de capulho por planta - NCP (capulho por planta) e massa de algodão em caroço MAC (g por planta) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico e genótipos.....	29
<b>Tabela 4.</b> Teste de médias para fitomassa seca da parte aérea (FSPA) (g por planta) e eficiência do uso da água (EUA) ( $\text{g mm}^{-1}$ ) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico e genótipos aos 120 dias após a semeadura.....	31

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Dados de temperatura máxima e mínima, precipitação e umidade relativa do ar durante o período experimental.....	21
<b>Figura 2.</b> Distribuição das unidades experimentais na área de estudo.....	23
<b>Figura 3.</b> Análises de altura de plantas (A) e diâmetro de caule (B) do algodoeiro.....	25

## 1. INTRODUÇÃO

O interesse pelo cultivo do algodoeiro de fibra colorida tem aumentado, pois o seu valor comercial é um pouco mais elevado em comparação ao algodão branco, tendo em vista o aumento da globalização e a maior preocupação com os recursos naturais, os produtos ecológicos ganharam espaço e uma maior valorização, haja vista, que esses proporcionam melhorias ao meio ambiente, pois dispensa o tingimento artificial que pode causar danos ao meio ambiente, visto que, o pigmento utilizado na coloração das fibras provoca a deposição de resíduos tóxicos que contaminam os solos e as águas, além de reduzir o custo de produção (NASCIMENTO et al., 2019).

Entretanto, em regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, a produção do algodoeiro é limitada, principalmente pela irregularidade das chuvas, pois, nessas regiões, a ocorrência de déficit hídrico devido à má distribuição de chuvas ao longo do ano e elevadas taxas de evapotranspiração, favorecendo assim o processo de estiagem, causando danos significativos ao desenvolvimento desta cultura quando não ocorre a prática da irrigação, onde esses danos são intensificados de acordo com a duração, intensidade e frequência do estresse (SOBRAL et al., 2018).

Plantas de algodoeiro cultivadas sob baixa disponibilidade hídrica, reduzem a frequência de abertura dos seus estômatos em decorrência da falta de turgescência das células guardas, limitando a captação de CO<sub>2</sub> e reduzindo a transpiração, o que ocasiona um estresse térmico e baixa absorção de água e nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas, além da produção excessiva de espécies reativas de oxigênio, responsáveis pela oxidação de componentes celulares importantes. Nessas condições, a fotossíntese é afetada negativamente, ocasionando redução da expansão celular, da emissão de folhas, na produção de fotoassimilados e nos componentes de produção (LIU et al., 2017; QI e TORII, 2018).

Diversos estudos demonstram que a sensibilidade do algodoeiro, ao déficit hídrico, varia de acordo com a fase fenológica em que a planta é submetida ao estresse, onde a fase vegetativa tem mostrado menor necessidade hídrica, já a fase de floração é a mais sensível ao déficit hídrico (CORDÃO et al., 2018; ARAÚJO, 2018). Apesar desse conhecimento, ainda são necessárias informações mais detalhadas de como o cultivo do algodoeiro sob diferentes estratégias de manejo da irrigação deficitária podem reduzir o consumo de água na irrigação,

elevando a eficiência de uso da água, de modo a garantir bom desenvolvimento e produção satisfatória, de maneira sustentável (CORDÃO et al., 2018).

O desenvolvimento de novos genótipos de algodão é vital, tornando sua produção possível em regiões que sofre com o estresse hídrico, como é o exemplo da região Nordeste, que sofre com a seca e as altas temperaturas, o que provoca grandes perdas na produção. Com isso, o desenvolvimento de genótipos que sejam mais resistente aos diferentes estresses abióticos é fulcral, tornando possível sua produção e obtendo uma grande produção (OLIVEIRA,2021). Segundo a Embrapa (2017) hodiernamente, existe diversas variedades que podem ser utilizada na região Nordeste, BRS rubi, BRS topázio, BRS Verde, BRS 200 etc., apresentando uma alta produtividade e resistência as fatores edafoclimáticos presentes na região.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Avaliar o crescimento, a fisiologia e a produção de genótipos de algodoeiro naturalmente colorido cultivados sob estresse hídrico em diferentes fases fenológicas, no semiárido Paraibano.

### **2.2. Específicos**

- Analisar as alterações nas trocas gasosas, no crescimento e nos componentes de produção do algodoeiro, causadas pelo déficit hídrico em diferentes fases fenológicas;
- Determinar a tolerância ao déficit hídrico de genótipos de algodoeiro em diferentes fases fenológicas da cultura;
- Identificar a fase fenológica em que, os genótipos de algodoeiro, apresentam maior tolerância e a fase de maior sensibilidade ao déficit hídrico;
- Avaliar a eficiência do uso da água dos genótipos de algodoeiro quando submetidos a estratégias de manejo de irrigação deficitária em diferentes fases fenológicas.
- Desenvolver estratégias de manejo para uso de irrigação deficitária na produção do algodoeiro colorido.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Aspectos gerais da cultura do algodoeiro

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) pertence à família Malvacea e ao gênero *Gossypium*, é uma planta de origem tropical (entre o México e a América Central) (FAO, 2016) e sua domesticação ocorreu a mais de 4.000 anos. No Brasil, o algodão era conhecido pelos índios antes do seu descobrimento, que utilizavam suas fibras de diversas formas que vão desde a produção de subprodutos, alimentação e de formas medicinais (AMPA, 2017).

É uma cultura de grande importância socioeconômica no Brasil e no mundo, pois sua fibra está presente de diversas formas desde o vestuário até os seus subprodutos podendo ser utilizado na alimentação animal, com a utilização do farelo e da casca na alimentação animal, na fabricação de óleos comestível.

O Brasil é o segundo maior exportador, quinto maior produtor e nono maior consumidor do mundo, sendo o estado de Mato Grosso o maior produtor de algodão do Brasil (SEVERINO et al., 2019). Atualmente o algodão é a quarta cultura de maior importância no Brasil, ficando atrás apenas da soja, cana de açúcar e milho (SEVERINO et al., 2019). Sua produção se manteve constante durante os últimos anos, onde a região Nordeste é a segunda maior produtora de algodão do Brasil. A área plantada no Brasil na safra de 2020/2021 foi estimada em 1.665,6 milhões de hectares com uma produção em média de 2,8 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

O algodoeiro é uma planta anual, com porte subarborescente, crescimento indeterminado e produção de capulhos variados. Apresenta uma morfologia complexa, suas flores são perfeitas e hermafroditas com cinco pétalas de coloração creme, onde realiza a autofecundação, seu ovário é multiovular e as sementes são originadas após a fertilização. Com isso, se dá a formação ao fruto (“maçãs”), onde é produzido a fibra (VASCONCELOS, 2016). Apresenta raízes do tipo pivotante, caule ereto podendo chegar a altura de 0,8 a 2,5 m, suas folhas apresentam tamanhos variados com coloração verde podendo ser um pouco avermelhadas com recortes variados (SOUSA, 2010).

O algodoeiro pode ser cultivado em diversas regiões com clima quente, visto que, a radiação solar é vital para seu desenvolvimento, sendo assim considerada uma planta que apresenta boa resistência à seca, apresenta uma temperatura ideal entre 18 °C e 30 °C para obter uma boa germinação e 27 °C e 32 °C para o crescimento e desenvolvimento dos frutos.

Esta cultura também se destaca pela sua tolerância a salinidade e alcalinidade média, suportando aproximadamente até 6,5 g de sais por litro de água (BELTRÃO, 2006).

A produtividade do algodoeiro é influenciada por diversos fatores ambientais, tais como: temperatura, radiação solar e disponibilidade de água e a pluviosidade, sendo este último um dos fatores que mais influencia a qualidade das fibras do algodoeiro, pois a ocorrência de chuvas intensas, quando os frutos já estão abertos, pode afetar a fibra e sua qualidade e nos frutos fechados, pode apodrecer, diminuindo assim a quantidade e qualidade das sementes (FERREIRA et al., 2015).

A produção de algodão se tornou possível em diversas regiões devido o desenvolvimento de novos genótipos melhorados geneticamente, com melhor desempenho sob diferentes condições edafoclimáticas de cada região, além de apresentarem uma maior resistência a pragas e doenças (ECHER et al., 2010). Destaca-se a existência de vários genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos, com ênfase para as cultivares ‘BRS Topázio’, ‘BRS Safira’ e ‘BRS Rubi’, com potencial para produção nas condições edafoclimáticas do semiárido nordestino (CARVALHO et al., 2007; CARVALHO et al., 2009; VIDAL NETO et al., 2010).

### **3.1.1. Algodoeiro de fibra colorida**

A região Nordeste vem se destacando, no cenário nacional, no cultivo do algodão colorido e a Paraíba é o estado de maior produção e colheita de algodão naturalmente colorido do Brasil, no ano de 2020 a safra foi de 50 toneladas de pluma, com uma produção três vezes maior em comparação à última safra (EMBRAPA, 2020). Além da Paraíba, outros estados também se destacam como produtores de algodão colorido, como Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, entre outros (SOARES, 2015).

O cultivo do algodão colorido vem garantindo seu espaço com o passar dos anos, haja vista que sua produção é considerada ecológica por não fazer o tingimento dos fios, diminuindo a disposição de resíduos tóxicos além de reduzir os custos no processo de industrialização (ROCHA, 2015).

O mercado de algodão colorido vem despertando o interesse dos produtores e consumidores no Brasil e no mundo. Com isso, a Embrapa Algodão desenvolve trabalhos com o intuito de suprir a demanda, com a utilização do melhoramento genético, desenvolvendo



cultivares de fibra colorida que apresentem boas características e boas qualidades. Já foram lançados cinco genótipos: BRS 200, BRS Verde, BRS Rubi, BRS Safira e BRS Topázio (CARVALHO et al., 2011).

O ‘BRS Rubi’ é resultado do cruzamento entre o material de fibra marrom-escuro, pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Algodão com a cultivar CNPA 7H, lançada no ano de 2005. Apresenta coloração marrom-escuro ou marrom-avermelhada, destinasse principalmente a região Nordeste em virtude da baixa incidência de doenças. O percentual de fibra, comprimento e resistência é inferior aos dos padrões desejados, mas essas características não tem prejudicado sua fiação na indústria (CARVALHO et al., 2007).

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, 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).

O ‘BRS Safira’ foi lançada no ano de 2015 a partir do cruzamento de um material de cor marrom escuro com a cultivar CNPA 87-33 de fibra branca. Apresenta um bom desenvolvimento nas regiões semiáridas, com altura média de 1,30 m, podem alcançar uma produtividade de 1.915 kg/ha. Seu desenvolvimento de fibra é de 2,5%, apresenta ciclo anual, podendo ser cultivada em regime sequeiro (EMBRAPA, 2009).

### **3.2. Disponibilidade de água em regiões semiáridas**

O semiárido brasileiro é composto pelos estados do nordeste: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, mais o norte de Minas Gerais, suas delimitações passaram a ser denominadas de “Polígono das Secas”, oficializada pelo governo federal mediante legislação específica (ARY, 2013).

Um dos principais fatores limitantes a produção agrícola, nessas regiões, é a irregularidade das precipitações pluviométricas ao longo do ano, que aliado a elevadas temperaturas, baixas precipitações pluviométricas, baixa umidade relativa do ar e elevado potencial de evapotranspiração (maior que a precipitação durante todo o ano), proporciona um

balanço hídrico negativo, tornando a prática agrícola limitada pelas condições ambientais desfavoráveis (ARAÚJO, 2018; OLIVEIRA, 2021).

Apenas 3% da água total do Brasil encontra-se na região Nordeste e além do fator quantitativo, vale salientar que as elevadas taxas de evaporação favorecem o acúmulo de sais nas fontes hídricas, tornando-as salinas, sendo estas consideradas de qualidade inferior, por ocasionarem problemas de natureza osmótica e iônica nas plantas e provocarem a salinização dos solos quando utilizadas para fins de irrigação, resultando em degradação ambiental. (BRITO et al., 2007).

Neste sentido, a água, nessas regiões, é um dos principais insumos que limita o rendimento das culturas, ocasionando assim, uma redução na eficiência do sistema de produção agrícola. Dessa forma, torna-se necessária a realização de um manejo adequado da irrigação visto que esta é uma prática que aparece como alternativa eficiente e tem como objetivo prevenir o estresse hídrico das plantas por meio de aplicações de quantidades adequadas de água às culturas, assegurando boas produções, tanto em quantidade como em qualidade (AZEVEDO, 2005; ALBUQUERQUE, 2008).

### **3.3. Estresse hídrico na cultura do algodoeiro**

A água é um fator essencial para um bom desenvolvimento das plantas de algodoeiro e a necessidade hídrica varia em função da taxa de crescimento e do seu ciclo (TAIZ et al., 2017). Para um bom desenvolvimento, crescimento e produção o algodoeiro necessita de 400 a 700 mm de água por ciclo, dependendo das condições climáticas e da duração do ciclo. Alguns estudos mostram os efeitos negativos do déficit hídrico sobre o crescimento, produção e na qualidade das fibras de algodão (CORDÃO et al., 2018; LIMA et al., 2018; MACÊDO et al., 2019).

O déficit hídrico pode ocasionar diversos problemas fisiológicos nas plantas de algodoeiro, tais como: lentidão no crescimento foliar, menor desenvolvimento da planta, menor taxa de transpiração da área foliar e conseqüentemente redução na absorção de luz, resultando na redução da fotossíntese e da produtividade (TAIZ et al., 2017). Muitos estudos relatam que a sensibilidade da cultura ao déficit hídrico varia de acordo com a fase fenológica em que foi submetida ao estresse. Zonta et al., (2017), verificou que ocorre uma maior sensibilidade na fase de florescimento quando comparada as demais fases. Hussein et al (2011), observou genótipos deferentes com o estresse hídrico, comprovando que o estresse influencia diretamente na altura de planta, produção de maçãs, so que as fibras continuam

uniformes sem prejuízos. Já Batista et al (2010), comprovou uma redução nas estruturas reprodutivas quando ocorreu o estresse hídrico e na qualidade das fibras.

O algodoeiro é uma planta C3, com alta taxa de fotorrespiração (cerca de 40% da fotossíntese), além disso, apresenta alto coeficiente de extinção de luz e ponto de compensação térmica, além de acumular muito amido no interior dos cloroplastos (SILVA, 2011). A resposta das plantas ao estresse hídrico é o fechamento estomático, ocasionando redução na sua transpiração, o que diminui o transporte de assimiladores da fotossíntese e resulta na menor divisão e expansão celular, crescimento, condução estomática e outros fatores fisiológicos associados (FERRARI et al., 2015). Outra consequência do déficit hídrico são as alterações em processos bioquímicos tais como: danificação da clorofila e redução na assimilação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (TARIQ et al., 2018).

Cada espécie vegetal possui características próprias para tolerar e se adaptar ao déficit hídrico (AZERÊDO et al., 2016). Considerada um processo complexo, a tolerância ao déficit hídrico está relacionada com características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas (SAHEBI et al., 2018). As plantas podem apresentar estratégias de defesa ao estresse hídrico, sendo estas classificadas em: escape da seca, quando a planta diminui seu ciclo impulsionando sementes logo no começo do déficit, antecipação da seca, onde a planta fecha os estômatos reduzindo a fotossíntese e ocorre maior crescimento de raízes e tolerância à seca, quando ocorre ajustes metabólicos e acúmulo de proteínas de proteção da planta (OSMOLOVSKAYA et al., 2018).

### **3.4. Estratégias de manejo do déficit hídrico**

Atualmente, uma das grandes preocupações da agricultura mundial é o uso eficiente dos recursos hídricos, considerando que, com aumento da população, se faz necessário uma maior demanda de água para produção de alimentos no mundo. Além disso, muitas regiões sofrem com a escassez e falta de qualidade dos recursos hídricos, como é o caso da região semiárida do nordeste brasileiro.

No Brasil, a irrigação consome cerca de 49,8% das águas, com uma quantidade de 8,2 milhões de hectares com a utilização de equipamentos para irrigação (ANA, 2019). Entretanto, a grande maioria dos produtores brasileiros, não utiliza nenhum método que visem diminuir o desperdício da água (MANIÇOBA, 2019). Com isso, o desenvolvimento de estratégias e tecnologias que visem minimizar o uso e o desperdício da água torna-se necessário.

Uma alternativa para diminuir a quantidade de água utilizada na agricultura é a irrigação deficitária (Regulated deficit irrigation - RDI) (CHAI et al., 2016), que consiste na redução da quantidade de água a ser utilizada na irrigação nas fases fenológicas, em que a cultura apresenta uma menor sensibilidade, sem causar danos no seu desenvolvimento e produtividade, aumentando assim a eficiência do uso da água com uma maior sustentabilidade (COTRIM et al., 2017). Vários estudos estão sendo realizados para determinar os genótipos mais tolerantes ao estresse hídrico e os estágios em que as culturas necessitam de uma maior quantidade de água, os chamados períodos críticos. Gomes (2019) notou que com o déficit hídrico aumentou a produtividade da cultura cv. Kent, e foi induzido a produção de panículas na mangueira. O déficit hídrico ideal é baseado em 60% da ET<sub>c</sub> visto que, favorece uma maior produtividade e melhora a EUA.

Além da falta quantitativa, muitas regiões sofrem com a falta qualitativa dos recursos hídricos para diversos fins, incluindo irrigação, fazendo-se necessária a utilização de águas salinas e alcalinas na irrigação como uma opção, mas para que o uso dessas águas seja realizado de maneira menos prejudicial às culturas, é necessário o emprego de medidas para minimizar os efeitos negativos dos sais, como utilizar variedades resistentes, manejo correto da adubação nitrogenada, mistura de diferentes águas com qualidades diferentes entre outros (LIMA et al., 2015). O algodoeiro é uma cultivar que apresenta tolerância a salinidade da água de irrigação. Portanto, é notório que a aplicação de estratégias de irrigação, que visem melhorar a utilização dos recursos hídricos, é essencial para obter um sucesso na agricultura irrigada e na sustentabilidade, definindo a quantidade ideal e o momento correto a ser aplicado (COELHO et. al., 2020).

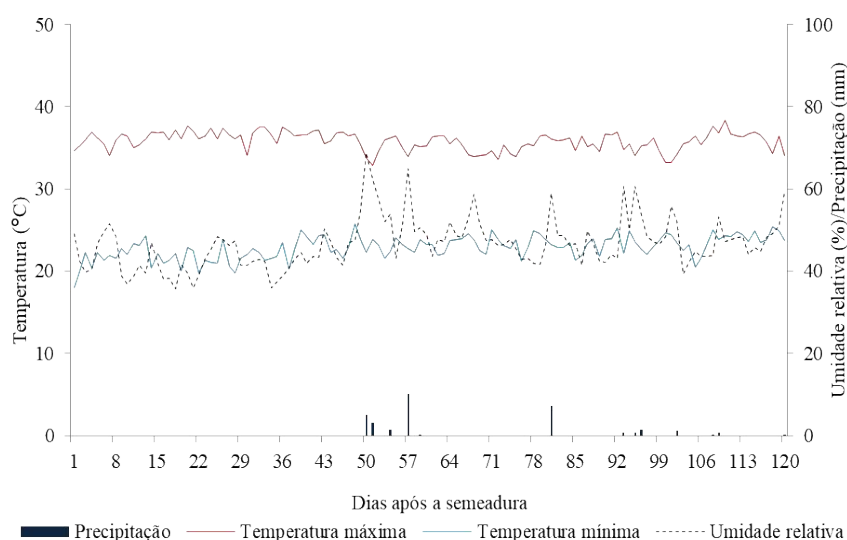
De acordo com Araújo (2018), a fase fenológica em que os genótipo BRS 286 e BRS 336 apresentaram maior sensibilidade ao estresse hídrico, foi na fase inicial das formações das flores e das maçãs, pois são nessas fases em que a cultura necessita de uma maior quantidade hídrica para obter um bom potencial produtivo. Além disso, quando não ocorreu o estresse hídrico, proporcional maior número de capulhos, produtividade em caroço, e uma maior eficiência do uso da água,

Almeida et al., (2017), observou que a aplicação do déficit hídrico em diferentes fases fenológicas das cultivares BRS 286 e BRS 336, prejudicou a produtividade significativamente pois promoveu a queda de botões florais, abortamento de flores e a queda de maçãs, reduzindo o número de capulhos. A cultivar BRS 336 se destacou com maiores valores de peso de capulho e percentagem de fibra.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Localização e caracterização da área experimental

A pesquisa foi desenvolvida em condições de campo, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, cujas coordenadas geográficas são 6°47'20" de latitude e 37°48'01" de longitude, a uma altitude de 194 m. Na Figura 1, estão apresentados os dados de temperatura máxima e mínima do ar, precipitação e umidade relativa do ar durante o período de condução do experimento.



**Figura 1.** Dados de temperatura máxima e mínima, precipitação e umidade relativa do ar durante o período experimental.

### 4.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial  $3 \times 3$ , referentes a três genótipos (G) de algodão colorido (G1 - 'BRS Rubi'; G2 - 'BRS Jade e G3 - 'BRS Safira') e três estratégias de manejo da irrigação com déficit hídrico correspondente a 40% da necessidade hídrica ( $A_2B_1C_1$  – estresse hídrico na fase vegetativa;  $A_1B_2C_1$  – estresse hídrico na fase de floração e  $A_1B_1C_2$  – estresse hídrico na formação dos capulhos e produção), com três repetições e três plantas por parcela.

Foram estudadas duas condições hídricas, correspondendo uma à irrigação com 100% da necessidade hídrica da planta (irrigação plena) e outra a 40% (estresse hídrico), nas seguintes fases de desenvolvimento da cultura: ( $A_2B_1C_1$ ) vegetativa - início do estresse

hídrico com o surgimento da primeira folha definitiva e término do estresse com a abertura da primeira flor; (A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>) floração - irrigação com 40% da necessidade hídrica da planta iniciando-se com a abertura da primeira flor e se estendendo até a abertura da primeira maçã; (A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>) formação da produção - estresse hídrico a partir da abertura da primeira maçã até a colheita final dos capulhos, assim o início de cada fase ocorreu ao término da anterior (RUANO, 2001).

### 4.3. Instalação do experimento em campo

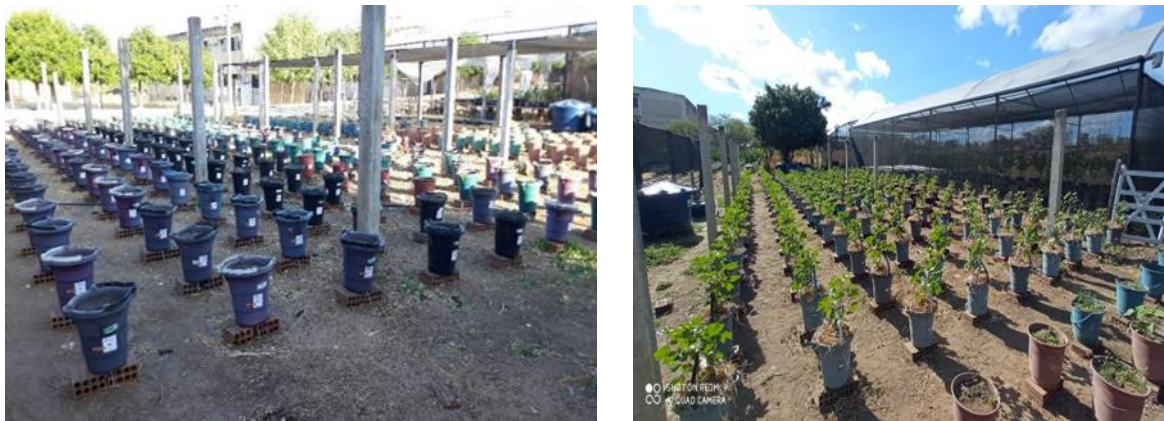
As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos (lisímetros adaptados) com capacidade de 20 L (35 cm de altura × 31 cm de diâmetro superior × 20 cm de diâmetro inferior), forrados na base com uma manta geotêxtil para evitar perda de material de solo e preenchidos com uma camada de 3 cm de brita. Na base de cada vaso foi conectada uma mangueira transparente para drenagem da água de irrigação, acoplada a um recipiente com capacidade de 2,0 L, para coleta da água drenada. Em seguida, foram acondicionados 24,5 kg de um Neossolo Regolítico Eutrófico, com textura franco-arenosa (coletado na profundidade 0-30 cm) provenientes de uma área agrícola do município de Pombal-PB. As características do solo foram determinadas conforme Teixeira et al. (2017) e estão descritas na Tabela 1.

**Tabela 2.** Atributos físico-hídricos e químicos do solo utilizado no experimento

Densidade	Porosidade total	Umidade (%)		Água disponível	Complexo Sortivo					
					Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	pH <sub>ps</sub>	CE <sub>es</sub>
kg dm <sup>-3</sup>	%	0,33 atm	15 atm	%	-----cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----					
1,37	48,88	15,01	5,81	9,20	6,4 3	4,11	0,14	0,81	7,76	0,22

Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> em pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos com 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.

Os vasos foram dispostos em fileiras simples espaçadas de 1,5 m e 1,0 m entre plantas na fileira (Figura 2).



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

#### **4.4. Adubação**

A adubação com N, P e K foi realizada conforme recomendação de adubação de Novais et al. (1991), aplicando-se 100, 300 e 150 mg kg<sup>-1</sup> de solo de N, P e K, respectivamente, nas formas de ureia, fosfato monoamônio (MAP) e cloreto de potássio, disponibilizados em cobertura via água de irrigação, parcelados em três aplicações aos 25, 45 e 75 dias após a semeadura (DAS). O fornecimento de micronutrientes iniciou-se aos 20 DAS, sendo as aplicações realizadas semanalmente, com uma solução de 1,0 g L<sup>-1</sup> de Dripsol micro<sup>®</sup> contendo: N (15%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (15%), K<sub>2</sub>O (15%), Ca (1%), Mg (1,4%), S (2,7%), Zn (0,5%), B (0,05%), Fe (0,5%), Mn (0,05%), Cu (0,5%) e Mo (0,02%), aplicada nas faces adaxial e abaxial das folhas, utilizando um pulverizador costal.

#### **4.5. Semeadura**

As sementes dos genótipos de algodoeiro colorido ('BRS Rubi'; 'BRS Jade' e 'BRS Safira') utilizadas no experimento, foram provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPA) da Embrapa Algodão. Previamente à semeadura, as sementes foram tratadas com fungicida natural, como medida profilática contra a incidência de patógenos, conforme recomendações de Santos; Santos (2008). Na ocasião da semeadura, foram distribuídas 5 sementes por recipiente a 2,5 cm de profundidade de forma equidistante. Aos 15 dias após semeadura (DAS), foi realizado um desbaste, mantendo-se uma planta por recipiente.

#### 4.6. Manejo da irrigação

Antes da semeadura, 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 semeadura, as irrigações foram realizadas, diariamente, às 17 horas, mantendo-se o solo na capacidade de campo. Aos 25 DAS, com o início dos tratamentos, o volume de água correspondente a cada tratamento (40 e 100% da necessidade hídrica), foi determinado pelo balanço hídrico, de acordo com a equação 1:

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

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% nas plantas irrigadas com 100% da ETr, a cada 7 dias, a fim de minimizar o acúmulo de sais na zona radicular.

O volume de água aplicado em cada estratégia de manejo do déficit hídrico foi determinado por meio do consumo das plantas sob 100% da necessidade hídrica, pelo método da lisimetria de drenagem (BERNARDO et al., 2019). Para irrigação do tratamento com 40% da necessidade hídrica multiplicou-se o valor da ETr obtida pelo percentual de evapotranspiração do tratamento.

#### 4.7. Tratos culturais e fitossanitários

O controle de pragas e doenças foi realizado conforme à necessidade (SANTOS; SANTOS, 2008). A aplicação foi realizada utilizando-se de pulverizador manual de compressão prévia, com tanque em polietileno de alta massa molar, com capacidade volumétrica de 5 L. No controle de plantas invasoras nos lisímetros, foram efetuadas capinas manuais durante o período de condução do experimento com o objetivo de evitar a competição interespecífica por água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento pleno da cultura.

#### 4.8. Variáveis analisadas

##### 4.8.1. Trocas gasosas

Aos 75 dias após a semeadura, foram determinadas as trocas gasosas por meio da mensuração das seguintes variáveis: condutância estomática (gs) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração



(E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa assimilação de  $\text{CO}_2$  (A) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $\text{Ci}$ ) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ). Tais análises foram realizadas 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 as 7:00 horas da manhã, na terceira folha totalmente expandida, contada a partir da gema apical, conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de  $\text{CO}_2$  e utilizando uma fonte artificial de radiação de  $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

#### 4.7.2. Crescimento

Aos 90 dias após a semeadura (DAS) foram determinados o número de folhas (NF), a altura de plantas (AP) e o diâmetro de caule (DC). 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 plantas foi realizada medindo-se o comprimento da parte aérea do colo da planta até a gema apical do ramo principal, com o auxílio de uma régua (Figura 3A). O diâmetro do caule foi mensurado a 2 cm do solo, utilizando-se de paquímetro digital (Figura 3B).



**Figura 3.** Análises de altura de plantas (A) e diâmetro de caule (B) dos genótipos de algodoeiro.

#### 4.8.3 Produção de fitomassa

Ao final do ciclo da cultura (120 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  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ , até peso constante e; posteriormente,

o material foi pesado em balança de precisão, obtendo-se a fitomassa seca de folhas (FSF), fitomassa seca de caule (FSC) e fitomassa seca de raízes (FSR), cujo somatório resultou na fitomassa da parte aérea (FSPA) e a relação raiz/parte aérea (R/PA).

#### 4.8.4 Consumo hídrico e eficiência do uso da água

O consumo hídrico acumulado foi calculado a partir do somatório dos consumos hídricos diários, por unidade experimental, registrados durante os 120 dias de condução do experimento. O consumo hídrico médio foi calculado pela média aritmética de cada tratamento aplicado. A eficiência do uso da água (EUA) foi determinada como a razão direta entre a produção (massa algodão em caroço) e o consumo hídrico acumulado até o final do ciclo de produção, conforme equação 2:

$$EUA = \frac{Y_p}{CH_{acum}} \quad (2)$$

Em que:

EUA - eficiência do uso da água da produção do algodoeiro ( $g\ mm^{-1}$ );

$Y_p$  - massa algodão em caroço (g por planta); e,

$CH_{acum}$  - consumo hídrico acumulado por período (mm por planta).

#### 4.8.5. Componentes de produção

Ao final do ciclo da cultura (120 DAS), foram quantificados os componentes de produção: o número de capulhos por planta (NCP), a massa de algodão em pluma (MAP) e a 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 e, posteriormente, pesados em balança analítica com resolução de 0,001 g.

### 4.9. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F' e nos casos de significância, foi realizado teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para os fatores genótipos e estratégias de manejo de irrigação (FERREIRA, 2019).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, a comparação de médias relativas à condutância estomática (gs) em função das estratégias de manejo do déficit hídrico, observa-se reduções na gs de 32,60 e 22,60% com o déficit hídrico durante as fases de floração e frutificação quando comparadas a gs das plantas submetidas a 40% da necessidade hídrica na fase vegetativa, respectivamente, pois, a maior gs foi obtida na estratégia cujo déficit hídrico foi aplicado na fase de vegetativa ( $0,46 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (Tabela 2). A restrição hídrica ocasiona redução na turgidez das células estomáticas, fazendo com que haja o fechamento do ostíolo, evitando a perda de água para a atmosfera através dos estômatos, sendo este, considerado um mecanismo de defesa da planta em condições de estresse hídrico (QI; TORII, 2018; SILVA et al., 2019).

**Tabela 2.** Teste de médias para a condutância estomática (gs) ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração (E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  (A) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) dos genótipos de algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico 75 dias após a semeadura.

Estratégias de manejo	Teste de médias			
	gs	E	Ci	A
T1- A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	0,460 a ± 0,023	6,264 a ± 0,359	83,555 c ± 14,442	42,106 a ± 1,477
T2- A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	0,310 b ± 0,026	4,967 b ± 0,419	114,777 b ± 11,844	36,935 ab ± 3,898
T3- A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	0,356 b ± 0,010	4,945 b ± 0,287	150,000 a ± 10,078	34,353 b ± 1,621
<b>Genótipos</b>				
BRS Rubi	0,386 A ± 0,018	5,838 A ± 0,356	102,888 B ± 16,773	40,757 A ± 2,684
BRS Jade	0,415 A ± 0,032	6,267 A ± 0,328	129,888 A ± 18,382	38,825 AB ± 2,048
BRS Safira	0,325 B ± 0,030	5,071 B ± 0,417	115,555 AB ± 7,863	33,812 B ± 2,772

Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos e letras maiúsculas na coluna indicam não haver diferença entre os genótipos (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>: sem déficit hídrico nas fases vegetativa, floração, frutificação e A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>: com déficit hídrico nas fases vegetativa, floração, frutificação, respectivamente.

O genótipo BRS Rubi e BRS Jade mostraram médias de gs superiores ao BRS Safira, com acréscimos de 0,061 e 0,09  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ , respectivamente. De acordo com Cordão et al. (2018), que estudou o efeito do déficit hídrico em duas cultivares de algodão colorido (BRS 286 e BRS 336) aplicado em diferentes fases fenológicas, os maiores valores de gs foram verificados no tratamento sem déficit (irrigada todo o ciclo) e nos déficits aplicados nas fases de botão floral, flor e capulho, enquanto que para a BRS 336, foram nos déficits aplicados nas fases de botão floral, de flor e de maçã.

Em decorrência do fechamento parcial dos estômatos, foi reduzida, igualmente, a transpiração foliar, quando o déficit hídrico foi aplicado nas fases de floração e frutificação,

com reduções de 20,70 e 21,05% quando comparados ao déficit hídrico durante a fase vegetativa (Tabela 2). Quando os três genótipos foram estudados de forma isolada notou-se que os genótipos BRS Rubi e BRS Jade tiveram maior transpiração (5,83 e 6,26 mmol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) com incrementos de 13,13 e 19,08% na E em relação ao genótipo BRS Safira (0,32 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), respectivamente (Tabela 2). A transpiração nas plantas é necessária por criar uma pressão hídrica negativa responsável pela absorção de água e nutrientes pelas raízes, garantindo a circulação de seiva bruta na planta, além de contribuir para o controle de temperatura. Com isto, reduções na transpiração estão intimamente relacionados com o desequilíbrio nutricional e aumento da temperatura foliar, onde estas respostas das plantas podem variar em função do manejo da irrigação e entre espécies e genótipos de espécies de algodoeiro (PEREIRA et al., 2020).

Analisando-se a concentração interna de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>) observa-se a maior média quando o déficit hídrico ocorreu durante a fase de frutificação, com C<sub>i</sub> de 150,00 μmol mol<sup>-1</sup>, onde foram observados acréscimos de 44,29 e 23,48% quando comparado as plantas que receberam o estresse hídrico nas fases vegetativa e de floração, respectivamente (Tabela 2). O incremento na C<sub>i</sub> está relacionado à ocorrência de danos ao aparato fotossintético na etapa de carboxilação, com redução da atividade e concentração da Rubisco, redução da taxa de transferência de elétrons e da eficiência fotoquímica de PSII (MAFAKHERI et al., 2012; FERRAZ et al., 2019).

Verifica-se no genótipo BRS Jade, a maior concentração interna de CO<sub>2</sub> com 129,88 μmol mol<sup>-1</sup>, resultando nos respectivos acréscimos de 20,78 e 11,03% em relação aos genótipos BRS Rubi e BRS Safira. Declínio na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, como observado neste trabalho, foi também constatado por Chen et al. (2017) em plantas de algodoeiro cultivadas sob déficit hídrico. A redução em C<sub>i</sub> pode ser vista como consequência do fechamento estomático e é um dos principais mecanismos responsáveis pela redução na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>.

A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) foi comprometida quando as plantas foram irrigadas com 40% da ETr durante a fase de frutificação, com reduções de 18,41% quando comparadas as plantas sob déficit hídrico durante a fase vegetativa (Tabela 2). Observa-se, para esta variável, médias superiores no genótipo BRS Rubi com A de 40,75 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Tabela 2). Fator a ser considerado que leva à redução de A é o aumento do mesófilo, resistência à entrada de CO<sub>2</sub> atmosférico causada pelo estresse hídrico, que também pode reduzir atividades relacionadas ao metabolismo fotossintético do carbono.

Conforme Tabela 3, com relação às médias para número de folhas (NF) em função das estratégias de manejos do déficit hídrico, as plantas submetidas ao déficit hídrico na fase de frutificação tiveram maior número de folhas com acréscimo de 5,80 e 1,33 folhas, em relação às plantas irrigadas com 40% da necessidade hídrica na fase vegetativa e de floração, respectivamente. Não ocorreu diferença significativa no número de folhas. A restrição hídrica reduz a divisão celular impedindo a emissão de folhas, reduzindo a superfície suspirante das plantas de algodoeiro, para garantir a sobrevivência nessas condições (SOARES et al., 2021). Em estudo que avaliou o crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico, Guedes et al. (2004) verificaram que o estresse hídrico reduziu o número de folhas, com diferença significativa entre as plantas controle e as cultivadas sob suspensão total de rega, a partir do 21º dia de diferenciação dos tratamentos, onde os valores médios observados ao final do experimento foram de 19,75 e 7,75 folhas para as plantas controle e suspensão total de rega.

**Tabela 3.** Teste de médias para o número de folhas (NF), altura de plantas - AP (cm) e diâmetro de caule - DC (mm) dos genótipos de algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico aos 90 dias após a semeadura.

Estratégias de manejo	Teste de médias		
	NF	AP	DC
T1- A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	40,555 b ± 1,599	69,592 ab ± 3,033	10,396 ab ± 0,203
T2- A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	45,036 ab ± 1,671	67,592 b ± 3,291	10,712 a ± 0,165
T3- A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	46,371 a ± 1,736	73,184 a ± 2,740	10,117 b ± 0,260
Genótipos			
BRS Rubi	44,852 A ± 2,178	72,518 A ± 2,677	9,940 B ± 0,190
BRS Jade	46,036 A ± 1,615	61,813 B ± 1,775	11,105 A ± 0,090
BRS Safira	41,074 A ± 1,285	76,036 A ± 2,348	10,181 B ± 0,139

Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos e letras maiúsculas na coluna indicam não haver diferença entre os genótipos (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>: sem déficit hídrico nas fases vegetativa, floração, frutificação e A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>: com déficit hídrico nas fases vegetativa, floração, frutificação, respectivamente.

Em conformidade com os resultados obtidos para o número de folhas, verificam-se incrementos de 4,99 e 7,64% na altura de plantas (AP) quando o déficit hídrico ocorreu apenas na fase de frutificação em relação às plantas submetidas ao déficit hídrico durante a fase vegetativa e de floração, respectivamente (Tabela 3). De acordo com Bianchi et al. (2016), a planta pode desenvolver diversos mecanismos para resistir à seca, dentre eles: acúmulo de carboidratos (estabilização proteica); aumento da atividade da aquaporina; ajuste osmótico; produção de açúcares, proteínas, prolina e oxidantes.

Quando os três genótipos foram estudados de forma isolada notou-se que os genótipos BRS Rubi e BRS Safira tiveram maior crescimento em altura de plantas (72,51 e 76,03 cm) com incrementos de 14,76 e 18,70% na altura de plantas em relação ao BRS Jade que teve AP de 61,81 cm, respectivamente (Tabela 3). Estudo que avaliou o crescimento de dois genótipos de algodão colorido (CNPA-7H e marrom BRS 200) sob salinidade da água de irrigação constatou que a água de salinidade até o nível de 4,2 dS m<sup>-1</sup> apresentou valores de altura média máxima de 36,1 cm para os genótipos CNPA-7H e marrom BRS 200; a partir desse valor constatou-se inibição do crescimento das plantas (CAVALCANTE et al., 2005).

Para o diâmetro de caule (DC), notou-se que as plantas submetidas ao déficit hídrico durante a fase floração apresentaram maior DC (10,71 mm), diferindo das estratégias com déficit hídrico durante as fases vegetativas e de frutificação que resultaram em diâmetros de caule de 10,39 e 10,11 mm, respectivamente (Tabela 3). Quando comparado o DC das plantas que receberam estresse hídrico na floração com as que foram estressadas na vegetação e floração, observa-se decréscimos de 2,9 e 5,60% no DC, respectivamente. Este fato é um indicativo de que a exposição da planta ao déficit hídrico durante a fase de floração exerce menor efeito sobre o diâmetro de caule; ou seja, após o estágio de crescimento vegetativo, o algodoeiro se torna progressivamente tolerante ao longo do ciclo (ROCHA; TÁVORA, 2013).

Entre os genótipos notou-se maior diâmetro de caule no genótipo BRS Jade (11,10 mm), diferindo dos genótipos BRS Rubi e BRS Safira, cujos valores de DC foram 9,94 e 10,18 mm, respectivamente e os decréscimos encontrados foram de 10,45 e 8,28%, respectivamente. Já sob condições de adensamento de plantas o diâmetro de caule do BRS Jade decresceu linearmente, à medida que se intensificou a competição intraespecífica (ALVES et al., 2017). O genótipo BRS Topázio apresentou maior diâmetro de caule quando foi incrementado 15% de matéria orgânica à solos de caráter salino-sódico (DIAS et al., 2016).

A produção de fitomassa seca de folhas (FSF), a fitomassa seca do caule e a fitomassa seca da parte aérea (FSPA) variaram significativamente entre as estratégias de manejo do déficit hídrico (Tabela 4), destacando-se com maior acúmulo as plantas submetidas ao déficit hídrico durante a fase vegetativa com 22,75, 23,05, 117,49 g por planta, respectivamente. Portanto, houve um decréscimo de 4,755 e 0,34 g de FSF; 3,17 e 3,70 g por planta de FSC e 17,36 e 10,29 g por planta de FSPA para as plantas que tiveram o estresse hídrico na fase de floração e produção, respectivamente, quando comparada as que passaram pelo estresse na fase vegetativa. Este fato é um indicativo de que a exposição da planta ao déficit hídrico

durante essas fases exerce menor efeito sobre o crescimento vegetativo do algodoeiro colorido. A menor lâmina (125,30 mm) utilizada quando foi avaliado o crescimento de algodoeiro colorido sob lâminas de irrigação (125,30, 298,35, 353,89, 521,86 e 741,64 mm), verificou-se decréscimos na fitomassa seca total (CORDÃO SOBRINHO et al., 2007). Estudo que analisou enzima Superóxido Dismutase como atenuante do estresse hídrico em genótipos de algodoeiro colorido, observou que a MSPA produzida pelo genótipo BRS Seridó em condições de deficiência não diferiu da que foi produzida em condições de irrigação plena (controle) e que nas plantas sob estresse a SOD teve efeito linear e crescente na FSPA, ficando uma expectativa para ser favorável o aumento da concentração da enzima (LIMA, 2021).

Dentre os genótipos analisados, independente das estratégias do déficit hídrico o BRS Rubi teve maior acúmulo de FSF, FSC e FSPA superando os genótipos BRS Jade e BRS Safira, com acréscimos de 3,33 e 3,15 g por planta (FSF); 1,95 e 2,06 g (FSC) e 7,42 e 8,37 g (FSPA), respectivamente, em relação ao BRS Rubi (Tabela 4). Avaliando o desempenho agrônomico de genótipos de algodoeiro sob doses de fósforo, Santos (2021) observou que as doses de 190,17; 240; 155,74 e 165,15 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionaram as maiores matérias secas da parte aérea para os genótipos BRS Verde (96,22 g por planta); BRS Safira (98,84 g por planta) BRS Rubi (100,65 g por planta) e BRS Topázio (113,00 g por planta).

**Tabela 4.** Teste de médias para a fitomassa de folhas (FSF) (g por planta), fitomassa seca de caule (FSC) (g por planta), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) (g por planta), relação raiz/parte aérea (R/PA) e eficiência do uso da água (EUA) (g mm<sup>-1</sup>) dos genótipos de algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico e genótipos aos 120 dias após a semeadura.

Estratégias de manejo	Teste de médias				
	FSF	FSC	FSPA	R/PA	EUA
T1- A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	22,755 a ± 1,271	23,055 a ± 0,688	117,496 a ± 5,164	0,060 b ± 0,004	1,114 a ± 0,095
T2- A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	18,344 b ± 1,325	19,938 b ± 0,915	100,134 b ± 2,357	0,095 a ± 0,004	0,790 b ± 0,050
T3- A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	18,000 b ± 0,551	19,350 b ± 0,504	107,204 b ± 1,804	0,060 b ± 0,001	1,111 a ± 0,094
<b>Genótipos</b>					
BRS Rubi	21,194 A ± 1,024	21,455 A ± 0,918	113,544 A ± 6,539	0,076 A ± 0,005	0,765 C ± 0,058
BRS Jade	17,861 B ± 1,281	19,494 B ± 0,393	106,122 B ± 1,912	0,073 A ± 0,009	1,231 A ± 0,067
BRS Safira	18,044 B ± 0,821	19,394 B ± 0,648	105,168 B ± 1,689	0,065 B ± 0,004	1,018 B ± 0,087

Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos e letras maiúsculas na col una indicam não haver diferença entre os genótipos (Tukey, p ≤ 0,05).

A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>: sem déficit hídrico nas fases vegetativa, floração, frutificação e A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>: com déficit hídrico nas fases vegetativa, floração, frutificação, respectivamente.

Com relação à relação raiz/parte aérea (R/PA) em função das estratégias de manejo do déficit hídrico, observa-se que o déficit hídrico durante a fase vegetativa e frutificação reduziu a R/PA (Tabela 4). Dentre as fases fenológicas verificou-se, que as plantas submetidas ao déficit hídrico na fase de floração tiveram maior R/PA com acréscimos de 36,84% para ambas as estratégias (irrigadas com 40% da necessidade hídrica na fase vegetativa e de frutificação). Um mecanismo de defesa da planta em condições de estresse hídrico é melhorar a absorção de água pelo maior crescimento de raízes, sendo este decorrente da produção de ácido abscísico (ABA) que, nessas condições, é produzido em maior quantidade e estar ligado ao fechamento estomático (BIANCHI et al., 2016). Segundo SOARES et al., (2020), que estudou o efeito do déficit hídrico em genótipos de algodoeiro (BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Safira) a relação raiz/parte aérea é mais sensível aos efeitos do déficit hídrico na fase de floração e formação dos capulhos.

Quando os três genótipos foram estudados de forma isolada notou-se que os genótipos BRS Rubi e BRS Jade tiveram maior relação raiz/parte aérea (0,076 e 0,073), diferindo do BRS Safira que teve R/PA de 0,065, onde este apresentou reduções de 14, 47 e 10,95% na R/PA quando comparado ao BRS Rubi e Jade, respectivamente (Tabela 4). O genótipo BRS Topázio se destacou apresentando maiores valores de R/PA, com incrementos de 17,25% e 5,63% em relação ao BRS Rubi e BRS Safira, respectivamente, segundo Soares et al., 2020.

A eficiência de uso da água (EUA) do algodoeiro foi influenciada pelas estratégias de manejo do déficit hídrico e, conforme o teste de média (Tabela 4) vê-se declínio da EUA de 29,08 e 28,89% das plantas submetidas à estratégia de manejo 2 – (A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>) em relação às plantas sob déficit hídrico durante as fases vegetativa e de frutificação, respectivamente. Os maiores valores para EUA (1,114 e 1,111 g mm<sup>-1</sup>) foram obtidas nas plantas sob a estratégia 1- A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub> e 3 - A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub> cujo déficit hídrico foi aplicado durante a fase vegetativa e frutificação do algodoeiro. Para a cultura da beterraba a EUA é reduzida em função do aumento do volume de água no solo (SILVA et al., 2013). Já para a cultura da mamona, a eficiência de uso de água das plantas aumentam com o volume de água aplicado na irrigação, observando-se a maior eficiência do uso desta água no tratamento com nível mais alto de água disponível (100% de água no solo), quando comparado aos demais (40, 60, 80% de água no solo) (BARROS JUNIOR et al, 2008).

Verifica-se maior EUA no genótipo BRS Jade com eficiência de 1,231 g mm<sup>-1</sup>, superando os genótipos BRS Rubi e BRS Safira, onde estes tiveram a EUA reduzidas em



0,466 e 0,213 g mm<sup>-1</sup>, respectivamente, em relação ao BRS Jade (Tabela 4). Ótimo indicativo do potencial altamente produtivo para o genótipo BRS Jade, transformando de forma eficiente a água disponível em produção efetiva de massa de algodão em caroço, conforme descrevem Doorenbos; Kassam (1994).

De acordo com a Tabela 5, o maior número de capulhos por planta (NCP) foi obtido na estratégia com o déficit hídrico durante a fase vegetativa (A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>) com 19,22 capulhos por planta, ou seja, acréscimo de 16,76 e 24,27% em relação às estratégias com déficit hídrico durante a fase de floração e frutificação, respectivamente. Destacando-se a importância do déficit hídrico controlado no cultivo do algodoeiro colorido, pois a sensibilidade da planta não é constante durante o ciclo de produção, e que o déficit hídrico intermitente em períodos específicos pode ser benéfico em termos de economia de água e melhoria da eficiência do uso da água (SAMPATHKUMAR et al., 2013). Santos et al. (2016) afirma que o algodão sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada apresenta comportamento linear crescente para número de capulhos por planta.

**Tabela 5.** Teste de médias para o número de capulho por planta - NCP (capulho por planta), massa de algodão em caroço - MAC (g por planta) e massa de algodão em pluma - MAP (g por planta) dos genótipos de algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico e genótipos aos 120 dias após a semeadura.

Estratégias de manejo	Teste de médias		
	NCP	MAC	MAP
T1- A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	19,222 a ± 1,222	154,468 a ± 13,274	49,818 a ± 5,484
T2- A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	16,000 ab ± 0,833	123,058 b ± 7,851	37,964 b ± 4,412
T3- A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	14,555 b ± 0,929	144,460 ab ± 12,250	49,675 a ± 7,338
<b>Genótipos</b>			
BRS Rubi	16,111 A ± 1,123	107,503 B ± 7,429	30,040 C ± 2,256
BRS Jade	17,777 A ± 1,412	172,214 A ± 5,766	61,855 A ± 2,004
BRS Safira	15,888 A ± 0,978	142,270 B ± 10,082	45,563 B ± 6,773

Letras minúsculas iguais na coluna indicam não haver diferença significativa entre estratégias de manejos e letras maiúsculas na coluna indicam não haver diferença entre os genótipos (Tukey, p ≤ 0,05).

A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>: sem déficit hídrico nas fases vegetativa, floração, frutificação e A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>: com déficit hídrico nas fases vegetativa, floração, frutificação, respectivamente.

O estresse hídrico aplicado na fase de floração reduziu a massa de algodão em caroço (MAC) das plantas de algodoeiro, porém não deferiu da fase de frutificação (Tabela 5). Segundo, Batista et al. (2010) essa redução se dá pelo estresse hídrico diminuir o número de estruturas reprodutivas, de capulhos por plantas, do rendimento de fibras e da produção do algodão em caroço. A massa do algodão em caroço (MAC) do genótipo BRS Jade destacou-se

com maior MAC; enquanto que os genótipos BRS Rubi e BRS Safira não diferiram entre si (Tabela 5), Segundo estudos realizados por Soares et al. (2021), os genótipos BRS Rubi e BRS Safira também foram inferiores quanto a tolerância à salinidade pois, quando comparado ao 'BRS Topázio', este mostrou-se o mais tolerante à salinidade da água de irrigação, em termos de peso do algodão em caroço e peso do algodão em pluma, independentemente do estágio de desenvolvimento.

Com relação às médias para massa de algodão em pluma (MAP) em função das estratégias de manejo do déficit hídrico, registou-se a maior produção quando o déficit hídrico ocorreu nas fases vegetativa ( $A_2B_1C_1$ ) e de frutificação ( $A_1B_1C_2$ ) com 49,81 e 49,67 g por planta, respectivamente. Estes dados relativos à massa de algodão em pluma são reflexos das trocas gasosas, quando também foram identificados fatos semelhantes, denotando maior tolerância ao déficit hídrico durante as fases vegetativa do algodoeiro e os efeitos negativos do estresse hídrico foram mais expressivos na fase de floração que, sob restrição hídrica pode reduzir a emissão de flores, como estratégia de sobrevivência e, conseqüentemente, apresentar menor número de capulhos como observado neste estudo (Tabela 5). O genótipo BRS Jade expressou maior produção em pluma com 61,85 g por planta, tendo superado em 51,83% o BRS Rubi e em 26,33% o BRS Safira. Soares et al. (2018) estudando três genótipos de algodoeiro colorido (BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Safira) sob estresse salino, constataram que o BRS Topázio se destaca pela maior produtividade de fibra e produção de algodão pluma.

## 6. CONCLUSÕES

Os genótipos BRS Rubi e BRS Jade mostraram-se superiores para condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>.

A irrigação com déficit hídrico na fase vegetativa apresentou melhor desempenho para fitomassa seca da folha, caule e parte aérea do algodoeiro colorido.

As massas do algodão em caroço e em pluma foram maiores no genótipo BRS Jade.

O estresse hídrico aplicado na fase de floração do algodoeiro colorido prejudica a produção do algodoeiro com decréscimos no número de capulhos, massa do algodão em caroço e massa do algodão em pluma.

O genótipo BRS Rubi se destaca pela maior produção de fitomassas de folhas, caule e parte aérea, mas foi inferior as demais variáveis na eficiência no uso da água.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. S. A. B., Pereira, J. R., de Azevedo, C. A. V., Araújo, W. P., Zonta, J. H., & Cordão, M. A. **Algodoeiro herbáceo submetido a déficit hídrico: produção**. Embrapa Algodão-Artigo em periódico indexado (ALICE). 2017.
- ALVES, F. A. L.; CALVALCANTE, F. S.; JÚNIOR, I. S. O.; FERRAZ, I.; SILVA, S. M. S. Competição de variedades de algodão herbáceo para cultivo no agreste pernambucano. **Pesquisa Agropecuária**, v.24, n.1, e1971242019, 2017.
- ANA -AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada**. 2ª Edição. 2021
- ANA -AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2020**. Brasília, DF, 2020
- ANDRADE JÚNIOR, E. R.; GALBIERI, R.; VILELA, P. A.; FERRARI, S.; BOLDT, A. F. **Controle químico da mancha de Ramularia (*Ramularia areola*) no algodoeiro em Campo Verde-MT**. In: 7º Congresso Brasileiro do Algodão, 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 1-7. 1 CD-ROM.
- 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, n. 4, p. 355-361, 2012.
- ARAÚJO, W. P. **Irrigação fenológica em duas cultivares de algodoeiro herbáceo**. 132 p. Tese Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.
- ARY, J. C. A. FNE e o semiárido: da obrigação à otimização. Documentos Técnico Científicos. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 44, p. 199-212, 2013.

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: 14 maio. 2022.

AZEVEDO, B. M. de; BASTOS, F. G. C.; VIANA, T. V. de A.; RÊGO, J. de L.; D'ÁVILA, J. H. T. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, p.9-15, 2005.

AZEREDO, G. A. de; PAULA, R. C. de; VALERI, S. V. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. Sob estresse hídrico. **Ciência. Florestal**, v.26, n.1, p.193-202, 2016.

BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, p. 1607-1621, 2004.

BARROS JUNIOR, G., GUERRA, H. O., CAVALCANTI, M. L.; LACERDA, R. D. D. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.350-355, 2018.

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, n. 4, p. 197-206, 2010.

BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Oleaginosas e seus Óleos: Vantagens e Desvantagens para Produção de Biodiesel**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 28p. (Documentos, 201).

BELTRÃO, N. E. M. Clima regula produção e qualidade da fibra do algodoeiro. **Visão Agrícola**. p. 76-77, v.6, 2006.

- BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G. Fitologia do algodão herbáceo: sistemática, organografia e anatomia. In: BELTRÃO, N. E. M (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 55-85.
- BEZERRA, J. R. C.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, 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, n. 6, p. 625-632, 2010.
- BIANCHI, L., GERMINO, G. H.; ALMEIDA, S. M. de. Adaptação das plantas ao déficit hídrico. **Acta iguazu**, v.5, n.4, p.15-32, 2016.
- 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.
- BRITO, P. V. da S.; MORAIS, Y. C. B.; FERREIRA, H. dos S.; SILVA, J. F. da; GALVÍNCIO, J. D. Análise comparativa da umidade da vegetação de áreas de caatinga preservada, agricultura irrigada e sequeiro. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.2, n.3, p.493-498, 2017.
- CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. C. A.; BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida BRS Safira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n.3, p. 456-462, 2010.
- CARVALHO, L. P.; ARAUJO, G. P.; COSTA, J. N. **Folder 'BRS Rubi'**. 5. ed. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2007.
- CARVALHO, L. P.; ARAUJO, G.P. de; VIEIRA, R. M.; BELTRÃO, N. E. M.; COSTA, J. N. **'Folder BRS Safira'**. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2009.
- CARVALHO, L. P; ANDRADE, F. P. de; SILVA FILHO, J. L. da. Cultivares de Algodão Colorido no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 15, p. 37-44, 2011.

- CARVALHO, L. P.; FARIAS, F. J. C.; MORELLO, C. L.; RODRIGUES, J. I. S.; TEODORO, P. E. Agronomic and technical fibers traits in elite genotypes of cotton herbaceous. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 53, p. 4882-4887, 2015.
- CAVALCANTE, Í. H.; OLIVEIRA, F. A. D.; CAVALCANTE, L. F.; BECKMANN, M. Z.; CAMPOS, M. C.; GONDIM, S. C. Crescimento e produção de duas cultivares de algodão irrigadas com águas salinizadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.108-111, 2005.
- CHAI, Q.; GAN, Y.; ZHAO, C.; XU, H. L.; WASKOM, R. M.; NIU, Y.; SIDDIQUE, K. H. M. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 36, n. 3, p. 1-21, 2016.
- COELHO, E. F.; SANTOS, M. R. dos; CRUZ, R. O. da R.; LIMA, L. W. F.; BARROS, D. L. Irrigação com déficit regulado em diferentes fases de cultivo de bananeira ‘BRS Princesa’. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.14, n.2, p.3931–3940, 2020.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 6. Safra 2018/2019. n. 12, set. 2019.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra brasileira de Grãos**, v.5, Safra 2017/2018 – n.10 – Décimo levantamento, Brasília, p.1-178. Jul. 2018. Disponível em: Acesso em: 30 jun. 2022.
- CORDÃO SOBRINHO, F. P.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. D. M.; SOARES, F. A./ TERCEIRO NETO, C. P. 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.
- CORDÃO, M. A.; ARAÚJO, W. P.; PEREIRA, J. R.; ZONTA, J. H.; FERREIRA, F. N. Cultivares de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico aplicado em fases fenológicas. **Revista Verde**, v.13, n.3, p.313-321, 2018.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Sistema de Produção Embrapa-Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar**, Disponível em:<https://www.spo.cnptia.embrapa.br> Acesso em: 18 julho de 2022

COTRIM, C. E.; COELHO, E. F.; SILVA, J. A. da; SANTOS, M. R. dos. Irrigação com déficit controlado e produtividade de mangueira ‘Tommy Atkins’ sob gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, n.8, p.2229-2238, 2017.

DIAS, A. S., NOBRE, R. G., de LIMA, G. S., GHEYI, H. R.; PINHEIRO, F. W. A. Crescimento e produção de algodoeiro de fibra colorida cultivado em solo salino-sódico e adubação orgânica. **Irriga**, v.1, n.1, p.260-260, 2016.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p.

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

EMBRAPA. **BRS Rubi a 1 Cultivar no Brasil de fibra marrom avermelhado**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. 5ª edição. Campina Grande- PB, 2009.

EMBRAPA ALGODÃO. **Paraíba amplia produção de algodão colorido**. Disponível em:<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/53849365/paraiba-amplia-producao-de-algodao-colorido>. 2020.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, v. 3, n. 1, p. 67-77, 2015.

FERREIRA, A. C. B.; BORIN, A. L. D. C.; BRITO, G. G.; FIALHO, J. L. S.; BOGIANI, J. C. Épocas de semeadura, cultivares e densidades de plantas para algodão adensado em segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia**, v. 45, n. 4, p. 397-405, 2015.



- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- 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.
- FRANCO, A. L. C.; MIZUBUTI, I. Y.; AZEVÊDO, J. A. G.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; PEIXOTO, E. L. T.; FERREIRA, D. M. F.; ANDRADE NETO, A. Q. Fermentação ruminal e produção de metano *in vitro* de dietas contendo torta de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.4, p.1955-1966, 2013.
- FREIRE, E. C. O algodão colorido no Brasil. *Biotechnology, Ciência e Desenvolvimento*, v.2, n.9, p.36-39, 1999. GRIMES, D. W.; CARTER, L. M. A linear rule for direct nondestructive leaf area measurements. **Agronomy Journal**, v. 3, n. 61, p. 477-479, 1969.
- GOMES, F. T. **Manejo do déficit hídrico para indução floral da mangueira ‘Kent’ no vale do submédio São Francisco**. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Vale do São Francisco. Juazeiro-Bahia, 2019.
- GUEDES, K. C.; CUSTÓDIO, R. J. N. M. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.2, p.1-17, 2014.
- 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, s.n., p. 611-621, 2011.
- IQBAL, M.; UL-ALLAH, S.; NAEEM, M.; IJAZ, M.; SATTAR, A.; SHER, A. Response of cotton genotypes to water and heat stress: from field to genes. **Euphytica**, v. 213, n. 131, p. 1-11, 2017.

- KHADI, B. M.; SANTHY, V.; YADAV M. S. Cotton: an introduction. **Biotechnology in Agriculture and Forestry**, v.65, p.1-14, 2010.
- KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 339-347, 2005.
- LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A.; BEZERRA, F. M. S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. **Revista Agroambiente**, v. 9, n. 1, p. 27-34, 2015.
- LIMA, R. F.; ARAÚJO, W. P.; PEREIRA, J. R., CORDÃO, M. A., FERREIRA, F. N.; ZONTA, J. H. Fibras de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.13, n.4, p.427-436, 2018.
- 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, n.1, p.87-91, 2017.
- LOKA, D. A.; OOSTERHUIS, D. M.; RITCHIE, G. L. Water-deficit stress in cotton. In: OOSTERHUIS, D. M. (Ed.). **Stress Physiology in Cotton**. Cordova: The Cotton Foundation, 2011, Chapter 3, p. 37-72.
- LUKENS, L. N.; ZHAN, S. The plant genome's methylation status and response to stress: implications for plant improvement. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 10, n. 3, p. 317- 322, 2007.
- MACÊDO, É. C. F.; ZONTA, J. H.; MELO, YURI L.; MELO, A. S. Changes in osmoregulatory metabolism of cotton genotypes during water deficit and recovery period. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.8, p.607-613, 2019.
- MAFAKHERI, A; MEDEIROS, J.F. de; DUARTE, S.N.; UYEDA, C.A.; SILVA, Ê.F.F.; MEDEIROS, J.F. de. Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo em ambiente

protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.1, p. 51-55, 2012.

MANIÇODA, R, M. **Manejo da irrigação em cultivares de algodoeiro herbáceo no semiárido brasileiro**, Dissertação de Doutorado, UFERSA, 2019. 140 p.

MARUR, C. J.; RUANO, O. A reference system for determination of cotton plant development. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 5, n. 2, p. 313-317, 2001.

MÜLLER, P.; LI, X. P; 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**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. 302p. Tese Doutorado.

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.

NIYOGI, K. K. Non-Photochemical quenching. A response to excess light energy. **Plant Physiology**, v. 125, n. 4, p.1558-1566, 2001.

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.

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

OLIVEIRA, V.S. **Capacidade de combinação entre genótipos de algodoeiro herbáceo no semiárido nordestino** (Dissertação de mestrado) UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAIBA.

- OSMOLOVSKAYA, N.; SHUMILINA, J.; KIM, A.; DIDIO, A.; GRISHINA, T.; BILOVA, T.; KELTSIEVA, O. A.; ZHUKOV, V.; TIKHONOVICH, I.; TARAKHOVSKAYA, E.; FROLOV, A.; WESSJOHANN, L. Methodology of drought stress research: experimental setup and physiological characterization. **International Journal of Molecular Sciences**, 1059 v.19, n.12, 4089, 2018.
- PACE, P. F.; CRALLE, H. T.; EL-HALAWANY, S. H. M.; COTHREN, J. T.; SENSEMAN, S. A. Drought-induced changes in shoot and root growth of young cotton plants. **The Journal of Cotton Science**, v. 3, n. 4, p. 183-187, 1999.
- PAIVA, L. L.; DIAS, N. S.; FARIAS, W. C.; MEDEIROS, L. C. FERREIRA, L. L. Tolerância de cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum*) à salinidade da água de irrigação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.4, p. 232-237, 2013.
- PEDROTTI, A. et al. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1308- 1324. 2015.
- PEREIRA, E. R. D. L., MEDEIROS, M. B. D., SUASSUNA, J. F., MORAIS, V. M. M., FERNANDES, H. F., LIMA, A. S. D.; FERNANDES, P. D. Resposta fisiológica do algodão colorido em estresse salino. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v.7, n.16, p.653-664, 2020.
- QI, X.; TORII, K. U. Hormonal and environmental signals guiding stomatal development. **BMC Biology**, v.16, p.1-11, 2018.
- ROCHA, G. M. G. **Diversidade genética e expressão gênica em fibras de algodão colorido**. Campina Grande: UEPB, Dissertação de Mestrado, 2015. 46p.
- ROCHA, D. G da F.; TÁVORA, F. J. F. Relações hídricas de plantas em feijão-de-corda submetida à deficiência hídrica na fase vegetativa. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, p.2967-2974, 2013.

- 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, n. 39, p. 3763-3770, 2016.
- SAHEBI, M.; HANAFI, M.M.; RAFII, M.Y.; MAHMUD, T.M.M; AZIZI, P.; OSMAN, M.; ABIRI, R.; TAHERI, S.; KALHORI, N.; SHABANIMOFRAD, M.; MIAH, G.; ATABAKI, N. Improvement of drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.): genetics, genomic tools, and the WRKY gene family. **BioMed Research International**, v.2018, p.1-20, 2018.
- SALEH, B. Salt stress alters physiological indicators in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Soil & Environment**, v. 31, n. 2, p. 113-118, 2012.
- SANTOS, A. C.; ANDRADE, A. P.; SILVA, I. F.; AZEREDO, G. A. Variabilidade temporal da precipitação pluviométrica e rendimento do algodoeiro herbáceo em diferentes sistemas de manejo de solo e de adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 2, p. 123-129, 2006.
- SAMPATHKUMAR, A.; GUTIERREZ, R.; MCFARLANE, H.E.; BRINGMANN, M.; LINDEBOOM, J.; EMONS, A.; SAMUELS, L.; KETELAAR, T.; EHRRHARDT, D.W.; PERSSON, S. Patterning and Lifetime of Plasma Membrane-Localized Cellulose Synthase Is Dependent on Actin Organization in Arabidopsis Interphase Cells. **Plant Physiology**, v. 162, pp. 675–688, 2013
- SANTOS, J. B. dos; GHEYI, H. R., LIMA, G. S. de; XAVIER, D. A.; CAVALCANTE, L. F.; CENTENO, C. R. M. Morfofisiologia e produção do algodoeiro herbáceo irrigado com águas salinas e adubado com nitrogênio. **Comunicata Scientiae**, v.7, n.1, p.86-96, 2016.
- SANTOS, J. G. R.; SANTOS, E. C. X. R. **Agricultura orgânica: teoria e prática**. 1ª ed. Campina Grande: EDUEPB, 2008.

- SANTOS, M. G. D. **Desempenho agronômico, qualidade da fibra e viabilidade econômica do algodão naturalmente colorido submetido a doses de fósforo no semiárido brasileiro.** Tese (Doutorado) -Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2021.
- SEVERINO, L.S.; RODRIGUES, S.M.M.; CHITARRA, L.G.; LIMA FILHO, J.; CONTINI, E.; MOTA, M.; MARRA, R.; ARAÚJO, A. **Produto: Algodão. Parte 01: Caracterização e Desafios Tecnológicos. Série Desafios do Agronegócio Brasileiro (NT3).** Campina Grande: Embrapa Algodão, 29 p., 2019.
- SHAHID, S.A. et al. Soil Salinity: Historical perspectives and a world overview of the problem. In: ZAMAN, M. et al. Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using. **International Atomic Energy Agency**, 2018. p. 42-53.
- SILVA, I. P. F.; JUNIOR, J. F. S.; ARALDI, R.; TANAKA, A. A.; GIROTTO, M.; BOSQUÊ, G. G.; LIMA, F. C. C. **Estudo das fases fenológicas do algodão (*Gossypium hirsutum* L.).** Revista Científica Eletrônica de Agronomia, v.2, p.1-10, 2011.
- SILVA, A. O. da; FRANÇA, Ê. F. de; KLAR, A. E. Eficiência de uso da água em cultivares de beterraba submetidas a diferentes tensões da água no solo. **Water Resources and Irrigation Management-WRIM**, v.2, n.1, p.27-36, 2013.
- SILVA, N. M. L.; BARROS, M. F. C.; FONTENELE, A. J. P. B.; VASCONCELOS, R. R. A.; FREITAS, B. L. Q. O.; SANTOS, P. M. Application of gypsum requirement levels and water depth for correction the sodicity and salinity of saline-sodic soils. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.8, n.2, p.147-153. 2014.
- SILVA, A. G. DA; LIMA, T. F.; ROSA, J. C.; FERREIRA, M. M.; CARVALHO, J. S. de; ALBUQUERQUE, A.W. W. de. Crescimento, produtividade e qualidade de fibra de algodão colorido influenciados pela população de plantas. **Revista Ceres**, v.64,n.1, p.68-76, 2017.

- SILVA, A. A., VELOSO, L. L., NASCIMENTO, R. D., NASCIMENTO, E., BEZERRA, C. V. D. C.; PEREIRA, M. C. D. A. Trocas gasosas e crescimento de cultivares de algodoeiro sob salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, p.393-399, 2019.
- SILVA, S.; SILVA, C. S. da; SOUZA, J. E.; SOUSA, A. C. da P.; ARAÚJO, E. R. Uso econômico da água para o feijão caupi na região do sertão alagoano. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v.9, p.7-13, 2019.
- SOARES. C. M. **As dificuldades de internacionalização do algodão colorido Paraibano: um estudo de caso sobre a cooperative CoopNatural.** (Trabalho de conclusão de curso) João Pessoa: UFPB, 2015. 96p.
- SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S. D.; BRITO, M. E. B.; NASCIMENTO, R. D.; ARRIEL, NHC. Fisiologia e produção de algodão de coloração natural sob estratégias de irrigação com água salinizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53 , p.746-755, 2018.
- SOARES, L. A. dos A.; Dias, K. M. M.; NASCIMENTO, H. M.; IMA, 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**, v.25, n.4, p.656-662, 2020.
- SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S. de; SILVA, S. S. da; MOREIRA, R. C.; MEDEIROS, T. L. Phytomass and production components of colored cotton under salt stress in different phenological stages. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, n.2, p.132-138, 2021.
- 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, n.3, p.95-106. 2018.

- SOUSA, L. B. de. **O Algodoeiro: Alguns Aspectos Importantes Da Cultura**. Revista Verde, v. 5, p. 19-26, 2010.
- SOUZA, F. R. L.; BELTRÃO, N. E. M.; MELO, A. S. de; MAGALHÃES, I. D.; FERNANDES, P. D.; ROCHA, M. S. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica de cultivares de algodoeiro herbáceo sob aplicação de silício foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.2, p.735-748, 2014.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E; MOLLER, I. M.; MURPH, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.
- TAN, M. P. Analysis of DNA methylation of maize in response to osmotic and salt stress based on methylation sensitive amplified polymorphism. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 48, n. 1, p. 21-26, 2010.
- TARIQ, A.; PAN, K.; OLATUNJI, O. A.; GRACIANO, C.; LI, Z. SUN, F.; ZHANG, A. Phosphorous fertilization alleviates the effects of drought on *Alnus cremastogyne* by regulating its antioxidant and osmotic potential. **Scientific Reports**, v.8, n.1, p.1-11, 2018.
- VASCONCELOS, J. C. R. de. **Análise dialélica em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) para tolerância à seca**. Dissertação de Mestrado. Campina Grande: UEPB, 47p., 2016.
- VIDAL NETO, F. C.; ANDRADE, F. P.; SILVA FILHO, J. L.; CARVALHO, L. P. **BRS Topázio**. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2010. 1 Folder.
- ZHANG, C. Q.; HSIEH, T. F. Heritable epigenetic variation and its potential applications for crop improvement. **Plant Breed Biotechnology**, v. 6, n.1, p. 307-319, 2013.
- ZONTA, J. H.; BRANDÃO, Z. N.; RODRIGUES, J. I. S.; SOFIATTI, V. Cotton response to water deficits at different growth stages. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 98, 2017.