



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO



**PRODUÇÃO DE ALGODOEIRO DE FIBRA NATURALMENTE COLORIDA SOB
ESTRESSE HÍDRICO EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS**

KELDER JOSÉ ALVES DE OLIVEIRA

POMBAL-PB

2021

MESTRADO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

**PRODUÇÃO DE ALGODOEIROS DE FIBRA NATURALMENTE COLORIDA SOB
ESTRESSE HÍDRICO EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários á obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Orientadores: Prof^a. Dra. Lauriane de Almeida dos Anjos Soares

Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

POMBAL - PB

2021

O48p

Oliveira, Kelder José Alves.

Produção de algodoeiros de fibra naturalmente colorida sob estresse hídrico em diferentes fases fenológicas / Kelder José Alves Oliveira. - Pombal, 2021.

51 f. : il. Color

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.

"Orientação: Profª. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares, Profª. Dra. Geovani Soares de Lima".

Referências.

1. *Gossypium hirsutum L.* 2. Déficit Hídrico. 3. Fisiologia. I. Soares, Lauriane Almeida dos Anjos. II. Lima, Geovani Soares de. III. Título.

CDU 582.685.2(043)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais,
Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários à obtenção do
título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA:

Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Orientadora - Prof. Dr. Lauriane Almeida dos Anjos Soares
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UFCG)

Geovani Soares de Lima

Orientador - Prof. Dr. Geovani Soares de Lima
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – UFCG)

Membro interno - Profa. Dra. Aline Costa Ferreira

(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UFCG)

Membro interno - Profa. Dra. Viviane Farias Silva

(Universidade Federal de Campina Grande – CSTR – UFCG)

Membro externo - Dr. Leandro de Pádua Souza

(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – UFCG)

25/06/2021

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Campina (UFCG) pela realização da pós-graduação e a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais por toda dedicação, colaboração e apoio concedido durante o curso.

Aos meus orientadores Lauriane Almeida dos Anjos Soares e Geovani Soares de Lima, pelo exemplo de profissionalismo e competência que sempre demonstraram em todos os momentos. Pela convivência, correções e apoio constante na concretização desse trabalho. Meu eterno agradecimento!

Aos membros da banca examinadora, pelas valiosas correções e contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

A todos os professores que fazem parte do programa de pós-graduação, que foram essenciais para a construção dos conhecimentos que adquiri.

A Deus, pelo dom da fé, por ser minha fortaleza, meu refúgio, guia e companheiro em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais José Hildo de Oliveira e Maria Alves de Oliveira, pelo amor incondicional e por orientar pelo caminho do bem do que é justo e correto. As minhas irmãs Kelly Jullyanny Alves de Oliveira, Kelly Mariama Alves de Oliveira e Kaisy Alves de Oliveira, as minhas sobrinhas Maria Lis Alves Fernandes e Mabele Alves Fernandes e ao meu cunhado Zênio Sergio Fernandes Sobrinho por sempre estarem ao meu lado nas horas que mais precisei.

As meus amigos Hemile Machado Nascimento, Karol Maria Mendes Dias, Idelvan José da Silva, Saulo Soares da Silva e Rômulo Carantino Lucena Moreira pela amizade, todo apoio e disponibilidade no decorrer do trabalho.

Finalmente, a todos que colaboraram e me incentivaram na conquista de mais uma vitória, ofereço a minha conquista como forma de agradecimento.

RESUMO

PRODUÇÃO DE ALGODOEIROS DE FIBRA NATURALMENTE COLORIDA SOB ESTRESSE HÍDRICO EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS

O interesse no cultivo do algodão colorido no Brasil, surgiu na região Nordeste, pelos agricultores familiares, apresentando a vantagem de ser produzido de forma consorciada com culturas de subsistência como feijão, milho e gergelim. Entretanto, na região semiárida do Nordeste brasileiro, o algodoeiro é frequentemente submetido a diferentes durações e intensidades de deficiência hídrica no solo devido principalmente à escassez ou falta de chuvas característica dessa região. Neste sentido, objetivou-se avaliar a morfofisiologia e a produção de genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos sob déficit hídrico nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas. As plantas foram conduzidas em lisímetros em casa de vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, na cidade de Pombal-PB. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 3, sendo três genótipos de algodão de fibra colorida (BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Safira) irrigados sob déficit hídrico onde o volume aplicado foi determinado pelo balanço hídrico da aplicação menos o volume drenado da irrigação anterior durante as três fases de desenvolvimento da cultura (vegetativa, floração e frutificação) resultando em nove tratamentos, com três repetições e três plantas por parcela totalizando 81 plantas. Foram avaliadas as características fisiológicas, crescimento, fitomassa e os componentes de produção. O déficit hídrico reduziu significativamente os pigmentos fotossintéticos na fase de floração e frutificação em comparação com a fase vegetativa. O déficit hídrico reduziu significativamente as trocas gasosas do genótipo de algodoeiro durante a fase vegetativa e a fase de floração foi a menos afetada para todas as variáveis. As plantas de algodoeiro reduziram seu crescimento, os teores de pigmentos, a relação raiz/parte aérea e os componentes da produção quando submetidas ao estresse hídrico na fase de floração e frutificação de frutos. Dentre os genótipos o BRS Topázio é o mais tolerante ao déficit hídrico (40% da ETr) durante a fase vegetativa para a massa de algodão em pluma, peso médio de capulho e produção de sementes.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., déficit hídrico, fisiologia

ABSTRACT

PRODUCTION OF NATURALLY COLORFUL FIBER COTTONS UNDER WATER STRESS IN DIFFERENT PHENOLOGICAL PHASES

The interest in the cultivation of colored cotton in Brazil, which emerged in the Northeast region, by family farmers, took the advantage of being produced in a consortium with subsistence crops such as beans, maize and sesame. However, in the semiarid region of northeastern Brazil, cotton is often subjected to different durations and intensities of water deficit in the soil, mainly due to the scarcity or lack of rainfall characteristic of this region. In this sense, the objective was to evaluate the morphophysiology and production of naturally colored cotton genotypes under water deficit at different stages of plant development. The plants were conducted in lysimeters in a greenhouse, at the Center for Agrifood Science and Technology belonging to the Federal University of Campina Grande, in the city of Pombal-PB. The design used was a randomized block in a 3x3 factorial scheme, with three colored fiber cotton genotypes (BRS Rubi, BRS Topázio and Safira) irrigated under water deficit where the volume obtained was determined by the water balance of the least applications. Volume drained from previous irrigation during the three stages of crop development (vegetative, flowering and fruiting) available in nine treatments, with three replications and three plants per plot, totaling 81 plants. Physiological characteristics, growth, phytomass and production components were evaluated. The water deficit significantly reduced the gas exchange of the cotton genotype during the vegetative phase and the flowering phase was the least affected for all variables. Cotton plants reduced their growth, pigment levels, root/shoot ratio and production components when subjected to water stress during flowering and fruiting. Among the genotypes, BRS Topázio is the most tolerant to water deficit (40% of the ETR) during the vegetative phase for the cotton lint mass, average boll weight and seed production.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., phytomass, physiology

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| ABSTRACT | vi |
| LISTA DE FIGURA | ix |
| LISTA DE TABELA | xi |
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. OBJETIVOS | 13 |
| 2.1. Geral..... | 13 |
| 2.2. Específicos | 13 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 13 |
| 3.1. Aspectos gerais da cultura do algodoeiro | 14 |
| 3.1.1. Algodoeiro colorido..... | 16 |
| 3.2 Escassez hídrica na região semiárida..... | 18 |
| 3.3 Estresse hídrico no algodoeiro | 19 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 22 |
| 4.1. Localização | 22 |
| 4.2 Tratamento e delineamento estatístico..... | 23 |
| 4.3. Condições de cultivo..... | 23 |
| 4.4. Semeadura..... | 24 |
| 4.5. Manejo da irrigação | 25 |
| 4.6. Tratos culturais e fitossanitários | 25 |
| 4.7. Variáveis analisadas..... | 25 |
| 4.7.1. Pigmentos fotossintéticos | 25 |
| 4.7.2. Fisiológicas | 26 |
| 4.7.3. Crescimento | 26 |
| 4.7.4. Fitomassa | 26 |
| 4.7.5. Componentes de produção..... | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 4.8. Análises estatísticas | 27 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 42 |
| 7. REFERÊNCIAS | 43 |

LISTA DE FIGURA

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1. | Mapa de localização da área experimental. Pombal - PB, 2015..... | 22 |
| Figura 2. | Dados climáticos de temperatura máxima e mínima (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento..... | 23 |
| Figura 3. | Teste de médias referente à clorofila <i>a</i> – <i>Cl_a</i> (A), clorofila <i>b</i> – <i>Cl_b</i> (B), clorofila Total – <i>Cl_t</i> (C) e carotenoides – <i>Car</i> (D) em função das estratégias de manejo déficit hídrico aos 75 dias após a semeadura. | 29 |
| Figura 4. | Teste de médias referente à condutância estomática- <i>g_s</i> (A), transpiração- <i>E</i> (B), concentração interna de CO_2 - <i>C_i</i> (C) e taxa de assimilação de CO_2 - <i>A</i> (D) em função do desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo do déficit hídrico aos 115 dias após a semeadura. | 30 |
| Figura 5. | Teste de médias referente ao número de folhas-NF e área foliar-AF em função do desdobramento da interação entre genótipos e estratégia de manejo do déficit hídrico aos 130 dias após a semeadura. Teste de médias referente à altura de plantas-AP (C) em função dos genótipos de algodoeiro aos 130 dias após a semeadura. | 32 |
| Figura 6. | Teste de médias referente à fitomassa seca da parte aérea -FSPA em função dos genótipos de algodoeiro aos 140 dias após a semeadura. | 34 |
| Figura 7. | Teste de média referente à fitomassa seca de raiz (FSR) do algodoeiro em função das estratégias de manejo do déficit hídrico (A) e genótipos do algodoeiro (B) aos 140 dias após a semeadura. | 35 |
| Figura 8. | Teste de médias referente à relação raiz/parte aérea-R/PA em função das estratégias de manejo do déficit hídrico (A) e genótipos de algodoeiro (B) aos 140 dias após a semeadura. | 36 |
| Figura 9. | Teste de médias referente à massa de algodão em pluma-MAP em função das estratégias de manejo do déficit hídrico (A), peso médio de capulho-P1CAP em função dos genótipos de algodoeiro (B) e o rendimento de fibra-R% em função das estratégias de manejo do déficit hídrico (C) aos 140 dias após a semeadura. | 38 |
| Figura10. | Teste de médias para massa de sementes totais – MSEM (A) e número de sementes totais – NSEM (B) do algodoeiro referente à interação entre genótipos e estratégias de manejo do déficit hídrico e peso de 100 | |

sementes - P100SEM (C) em função das estratégias de manejo do déficit hídrico aos 140 dias após a semeadura.

39

LISTA DE TABELA

| | Pág. |
|--|------|
| Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos..... | 24 |
| Tabela 2. Resumo da análise de variância para clorofila <i>a</i> (Cl <i>a</i>), clorofila <i>b</i> (Cl <i>b</i>), clorofila total (Cl <i>t</i>) e carotenoides (Car), aos 75 dias após a semeadura, condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO ₂ (C <i>i</i>) e taxa de assimilação de CO ₂ (A), aos 115 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro..... | 28 |
| Tabela 3. Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de plantas (AP) aos 130 dias após a semeadura, fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca de raízes (FSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 140 dias após a semeadura..... | 32 |
| Tabela 4. Resumo da análise de variância para massa de algodão em pluma (MAP), peso médio de capulho (P1CAP), rendimento de fibra (RFIBRAS), massa de sementes totais (MSEM), número de sementes totais (NSEM) e peso de 100 sementes (P100SEM) em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 140 dias após a semeadura..... | 37 |

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das dez principais espécies domesticadas pela humanidade, de grande importância econômica. Produz a fibra, que é seu principal produto e que atualmente ainda veste metade da população do planeta e o óleo que serve tanto para a alimentação humana quanto para a produção de energia. No mundo, mais de 150 países produzem ou consomem algodão em pluma, cerca de 120 milhões de toneladas por ano, ou 90 milhões de fardos internacionais de 217,7 kg de algodão em pluma (AZEVEDO & BELTRÃO, 2008).

O Brasil tem se mantido entre os cinco maiores produtores mundiais, ao lado de países como China, Índia, EUA e Paquistão. A produção brasileira da safra 2018/19 atingiu volume recorde de 2,7 milhões de toneladas e produtividade média de 1.685 kg/ha (CONAB, 2018). A maior produção nacional de algodão em pluma está concentrada no Centro-Oeste, com 1,69 milhão de toneladas para a safra 2018/2019. Em seguida, está o Nordeste, com 588,5 mil toneladas, o Sudeste com 72,3 mil toneladas e o Norte com 15 mil toneladas (CONAB, 2018).

Inicialmente, no Brasil, alguns tipos de algodão colorido, principalmente os de fibra marrom, eram utilizados como plantas ornamentais e não tinham real importância econômica por possuir fibra pouco fiável, sendo utilizados apenas para confecção de artesanatos. Na década de 80, pesquisadores coletaram sementes de algodoeiros de plantios antigos e outros locais do Nordeste brasileiro, complementando o banco de germoplasma já existente (CARVALHO, 2005).

O interesse no cultivo do algodão colorido no Brasil surgiu na região Nordeste, pelos agricultores familiares, apresentando a vantagem de ser produzido de forma consorciada com culturas de subsistência como feijão, milho e gergelim. (CARVALHO et al., 2011). A Paraíba é o estado onde mais se planta e se colhe algodão naturalmente colorido no Brasil, a safra de algodão colorido no estado foi de cerca de 50 toneladas de pluma em 2020, segundo estimativa representando uma produção de pelo menos três vezes maior em relação à safra passada (EMBRAPA, 2020).

Entretanto na região semiárida do Nordeste brasileiro, o algodoeiro é frequentemente submetido a diferentes durações e intensidades de deficiência hídrica no solo devido principalmente à escassez ou falta de chuvas característica dessa região (ARAÚJO, 2018). Geralmente o balanço hídrico dessa região apresenta deficiência hídrica, porque o potencial de evapotranspiração é maior do que as precipitações durante o ano promovem um balanço

hídrico anual negativo. Somente nos meses que se concentram as chuvas é que este balanço é positivo e propicia condições favoráveis para a prática da agricultura

Vários estudos já foram realizados, em algodão, observando-se que a baixa disponibilidade hídrica prejudica o rendimento da cultura (CARVALHO et al., 2015; RODRIGUES et al., 2016; ZONTA et al., 2017). Há, também, relatos de que a sensibilidade da cultura à seca varia conforme a fase fenológica em que a planta passa pelo estresse. Em cultivares de fibra branca, Zonta et al. (2017) verificaram que o estresse hídrico na fase de florescimento causou maiores danos na produção do que em outras fases. Contudo, informações sobre estresse hídrico em diferentes estádios fenológicos em algodoeiros de fibras coloridas são insuficientes na literatura.

Mesmo já tendo sido realizados estudos sobre a tolerância de algodoeiros à seca, também devem ser intensificadas as pesquisas para identificação das fases fenológicas nas quais a cultura é mais tolerante ou sensível ao estresse hídrico, considerando-se os constantes lançamentos de novas linhagens e genótipos. Com o controle de tal conhecimento científico, é possível se traçar estratégias de semeadura, para que as fases de maior tolerância à seca ocorram em épocas de estiagem (veranico) nos cultivos ou quando houver baixa disponibilidade de água para irrigação.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar a morfofisiologia e a produção de genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos sob déficit hídrico nos diferentes fases fenológicas das plantas.

2.2. Específicos

Registrar as alterações no crescimento ocasionadas às plantas de algodoeiro pelo déficit hídrico em diferentes fases fenológicas.

Determinar os teores de pigmentos cloroplastídicos do algodoeiro colorido cultivado sob déficit hídrico nas fases fenológicas.

Averiguar o efeito do déficit hídrico nas diferentes fases fenológicas do algodoeiro colorido sobre os componentes da produção.

Avaliar o acúmulo de fitomassa dos genótipos de algodoeiro em função do déficit hídrico.

3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Aspectos gerais da cultura do algodoeiro

O algodoeiro pertence à família Malvaceae e gênero *Gossypium* (BELTRÃO; SOUZA, 1999). O gênero possui 50 espécies identificadas, sendo as espécies que possuem fibra comercial, são: *G. arboreum* L., *G. herbaceum* L., *G. hirsutum* L. e *G. barbadense* L. As duas primeiras sendo diploide do Velho Mundo e as duas últimas alotetraplóides e nativas do Novo Mundo. Em termos mundiais a espécie mais cultivada é *G. hirsutum*, que contribui com mais de 90% da fibra produzida (MALEIA et al., 2010; COUTINHO et al., 2014; RIBEIRO, 2014).

A planta é anual de porte subarbusivo e crescimento indeterminado, com produção variável de capulhos (VASCONCELOS, 2016). Apresenta como característica pequenas gotículas de gossipol, presente em toda planta, que é um pigmento presente na semente, definido como antinutricional, com variações na concentração, dependendo da espécie (CRAVEN et al., 1994). A intoxicação pelo gossipol pode causar esterilidade dos em bovinos reprodutores, debilidade muscular, edema cardíaco (POLINUTRI, 2002). No algodoeiro, as flores são hermafroditas e axilares, sendo considerada uma planta com sistema reprodutivo intermediário, uma vez a planta pode se reproduzir por autogamia, dependendo das condições ambientais (LIMA et al., 2014). Ao abrir, a flor é envolto por três brácteas do cálice e da corola. As pétalas apresentam cor variando do branco a creme, sem manchas e que se tornam violeta após o processo de fecundação (BELTRÃO, 2008).

É uma planta de metabolismo fotossintético do tipo C3, com elevada taxa de fotorrespiração, além de limitações bioquímicas como o retorno da ribulose-1,5-bifostato (RUBISCO) nas reações do “escuro“ da assimilação clorofiliana e limitações de ordem externa, como a baixa capacidade de captação de luz nas primeiras folhas presentes nas partes inferiores das plantas (RAVEN et al., 2001; TAIZ; ZEIGER, 2013). Por ser uma planta C3, possui alta taxa de fotorrespiração (cerca de 40% da fotossíntese), elevado coeficiente de extinção da luz e ponto de compensação de dióxido de carbono elevado, variando entre 60 e 120 ppm e baixo ponto de compensação térmico, quando comparado as espécies de metabolismo fotossintético C4, além de acumular muito amido no interior dos cloroplastos (SILVA, 2011).

Dentre os fatores climáticos, a temperatura é a que desempenha maior função de destaque sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do algodão, com melhor temperatura do ar média entre 27 °C e 32 °C são ideais para o crescimento e desenvolvimento

das plantas. Porém, acima de 38 °C ocorre elevada queda dos botões florais e de frutos jovens de até cinco dias de idade (*shedding*), o que reduz substancialmente a capacidade produtiva das plantas. A exigência em água pela cultura tende a crescer ao longo do seu desenvolvimento chegando a 8 mm/dia na fase reprodutiva de acordo com o desenvolvimento da área foliar. afirma que a cultura necessita de mais de 10 mm de água por dia (100 t de água/ha por dia), quando se encontra em processo de floração e enchimento dos frutos (BELTRÃO, 2006). Para se alcançar altas produtividades faz-se necessária uma quantidade de água, em média, da ordem de 700 mm bem distribuídas durante o ciclo da cultura (GRIMES e EL-ZIK, 1990).

A produção mundial para a safra 2018/2019 foi de 25,85 milhões de toneladas, queda de 4% sobre à última safra, de 26,93 milhões de toneladas. O consumo mundial deve continuar o movimento de alta dos últimos quatro anos, subindo 2% em relação a última safra (de 26,82 milhões para 27,35 milhões de toneladas); com o consumo aumentando e a produção caindo, os estoques finais continuam sua trajetória de queda dos últimos cinco anos, devendo reduzir em 9% (de 17,51 milhões para 15,93 milhões de toneladas) (USDA, 2018). Os principais países importadores são Bangladesh, Vietnã e China consumindo milhões de toneladas na safra 2017/2018 (CONAB,2018).

A produção nacional para a safra (2018/2019) foi de 2,36 milhões de toneladas, numa área total de 1,44 milhão de hectares, aumento de 17,8%, em produção, e de 23,2%, em área, em relação à safra 2017/2018. Os bons números da comercialização da safra passada, junto às boas perspectivas de mercado, reforçam o otimismo do setor produtivo. A maior produção nacional de algodão em pluma está concentrada no Centro-Oeste, com previsão de 1,69 milhão de toneladas para a safra 2018/2019. Em seguida vem o Nordeste, com 588,5 mil toneladas, o Sudeste com 72,3 mil toneladas e o Norte, com 15 mil toneladas (CONAB, 2018).

No Nordeste, a previsão é de aumento de 7,7% na produção e de 21,7% em área. A expectativa positiva se deve à possibilidade de melhoria nas condições climáticas. Nos três grandes produtores nordestinos, Bahia, Maranhão e Piauí, o aumento de área deveu-se aos ótimos resultados obtidos na safra anterior, que estimularam o produtor a aumentar investimentos na cotonicultura, confiando na expectativa de um bom clima e de boa produtividade. No caso específico do Piauí, a reativação de uma grande beneficiadora em Santa Filomena e de terras antigamente usadas na cotonicultura gerou aumento estrutural na área, que deve crescer 170,8% em relação à safra anterior (CONAB, 2018). No estado do Ceará a retomada do algodão se deu a apenas dois anos, com parceria entre o governo do

estado, EMBRAPA e institutos federais. Com a articulação, a área plantada cresceu exponencialmente em 2019 comparada ao ano anterior. Nesse ano já supera 2000 mil há com um custo de produção menor do que os produzidos em outras áreas do país entre 30-50% (AGÊNCIA BRASIL).

3.1.1. Algodoeiro colorido

O algodoeiro colorido foi identificado pelos incas e astecas há 4500 anos e por outros povos antigos das Américas, Ásia, África e Austrália possuindo cores variadas, como demonstram as escavações feitas nesses países. Até o momento já foram identificados 39 espécies silvestres de algodão com fibras coloridas na tonalidade marrom (ENDRIZZE, 1984) e também com tonalidade verde (CARVALHO et al., 2011). O interesse por genótipos de fibra colorida está relacionado ao fato de que estes dispensam o tingimento do fio, reduzindo os custos e os problemas ambientais acarretados pela disposição dos seus resíduos tóxicos, sendo caracterizado como um produto ecológico (ROCHA, 2015). Apesar da Paraíba se destacar como pioneira e principal produtora do algodão colorido no cenário nacional, outros estados já aparecem também como produtores, como acontece no Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, entre outros (SOARES, 2015).

Por meio do programa de melhoramento genético desenvolvido pela Embrapa algodão, vários genótipos de fibra colorido tem surgido com qualidade idêntica ou superior a fibra de algodão branco (DANIEL et al., 2011). A Embrapa algodão desenvolveu genótipos colorido herbáceas e anuais BRS 200 (marrom), BRS Verde (fibra verde), BRS Rubi (fibra marrom avermelhado), BRS Safira (fibra marrom telha) (CARVALHO et al., 2011). Neste sentido, a cotonicultura colorida pode se tornar um negocio bastante promissor para os diferentes elos de sua cadeia produtiva, caracterizando-se como um produto ecologicamente limpo, sem prejudicar o homem e o meio ambiente (CARVALHO, 2011). Aliado a isso a adaptabilidade dos genótipos BRS 200, BRS Verde, BRS Safira, BRS Rubi e Topázio as condições de semiárido do Nordeste brasileiro permite ser explorada principalmente por pequenos produtores organizados em cooperativas (CAVALCANTI et al., 2012).

Em 1996, realizou-se o cruzamento entre um material introduzido dos EUA que possuía a coloração da fibra marrom escura e a cultivar CNPA 7H de fibra branca de boa qualidade e ampla adaptação à região Nordeste. A geração F1 deste cruzamento foi avançada até F3, onde iniciaram-se um programa de seleção genealógica com o objetivo de selecionar

linhagens possuidoras de fibra de coloração marrom escura ou marrom telha de boas características tecnológicas de fibra e boa produtividade (EMBRAPA, 2009). Além dos critérios de seleção normalmente utilizados no algodoeiro, foi dada ênfase à maior intensidade da cor marrom telha. Após vários ciclos foram selecionadas algumas linhagens com fibra marrom escura que participaram de ensaios comparativos de rendimento em vários locais da região Nordeste por dois anos. Nestes ensaios, destacou-se a linhagem CNPA 01-22 por sua intensa coloração marrom telha, que também apresentou boa produtividade, tendo sido eleita para se tornar uma cultivar com o nome BRS RUBI. O ciclo desse genótipo varia entre 140 e 150 dias. As plantas têm uma média de 110 cm de altura. A cor da flor e do pólen é amarela e a floração começa aos 55 dias. Esse genótipo é diferente de outras fibras marrons existentes no Brasil, pois apresenta uma coloração mais escura ou mais avermelhada; ao lado da BRS Safira, foi um dos primeiros genótipos brasileiros com o traço de lã colorida (EMBRAPA, 2009).

O genótipo BRS Safira é herbácea ou anual, podendo ser cultivada em regime de sequeiro, nas áreas zoneadas para este tipo de algodão e em regime irrigado, com rendimento médio superior a 3,5 t/ha de algodão em caroço. Como a BRS Rubi, a BRS Safira também possui algumas características de fibra abaixo dos padrões para um genótipo de fibra média, como porcentagem de fibra, comprimento e resistência da fibra. Carvalho (2003) cita a dificuldade de selecionar materiais com cor na fibra por causa das correlações negativas entre cor e boas qualidades da fibra. No entanto, outros materiais estão sendo selecionados pelo Programa de Melhoramento de Algodão da Embrapa Algodão, com boas qualidades de fibra, onde deverão ser lançados oportunamente. Algumas observações de campo, após o lançamento do genótipo (CARVALHO et al., 2011) têm mostrado que a BRS Safira possui resistência ao pulgão-do-algodoeiro (EMBRAPA, 2011).

O BRS Safira é um genótipo de altura média de 130 cm, ciclo que varia entre 140 e 150 dias e floresce em 55 dias. Esse genótipo é diferente das demais fibras marrons existentes no Brasil por ter uma coloração mais escura ou mais avermelhada; ao lado do BRS Rubi. O BRS Safira, em todas as avaliações, alcançou uma produtividade de 1.915kg/ha nas condições do semiárido brasileiro (EMBRAPA, 2009).

A BRS Topázio foi obtida por seleção genealógica aplicada em uma população derivada do cruzamento entre os genótipos Suregrow 31 e Delta Opal, realizada no Mato Grosso, em 2003; Por sua vez, as gerações F1 e F2 foram conduzidas em Barbalha e Missão Velha no estado do Ceará, entre os anos de 2003 e 2004. Em 2005, na Estação experimental de Missão Velha, uma planta apresentando fibra marrom clara foi selecionada na progênie

CNPA 2004-1765, originando a progênie CNPA 2005-118. Pelos excelentes desempenhos agrônomico e de caracteres de fibra - como porcentagem de fibra -, a CNPA 2005-118 destacou-se em ensaios de linhagens finais de avaliação, tendo sido escolhida para lançamento como genótipo (VALE, 2011).

Esse genótipo tem a vantagem de possuir alto rendimento de fibra, 43,5% em média, em ensaios conduzidos; possui ainda ótimas características de fibra, superando os genótipos de fibra colorida e equiparando-se a muitas de fibra branca, como a BRS Araripe, superando esta última quanto ao rendimento de algodão em caroço (CARVALHO et al., 2011). É caracterizada pela uniformidade da sua cor, marrom claro, veio suprir o mercado, já que os outros genótipos possuem tonalidades mais escuras, com exceção a BRS 200 que pelo fato da falta de uniformidade na cor, quase não é utilizada. Como todas os genótipos, é necessário cuidado com a exposição solar assim como na proximidade da sementeira, cultivares de cores diferentes não devem ser plantadas próximas umas as outras (EMBRAPA, 2011).

3.2 Escassez hídrica na região semiárida

O semiárido brasileiro estende-se por oito estados a saber: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, mais o norte de Minas Gerais, totalizando uma área aproximada de quase duas vezes a França. A delimitação dessa região passou a ser chamada de “Polígono das Secas”, oficializada pelo governo federal mediante legislação específica (ARY,2013).

A região semiárida é caracterizada por temperatura média que variam de 23 a 27°C, apresenta precipitação média anual de 750 mm, embora esse volume não seja uniforme, onde algumas áreas a média não ultrapasse os 400 mm, evaporação maior que 2000 mm por ano e umidade relativa do ar média em torno de 50% (ARAÚJO, 2018).

Do ponto de vista da vegetação, a região da caatinga é classificada como savana estépica. Entretanto, a paisagem é bastante diversa, com regiões distintas, cujas diferenças se devem à pluviometria, fertilidade e tipo de solos e relevo. Uma primeira divisão que pode ser feita é entre o Agreste e o Sertão (ARY,2013).

A vegetação da caatinga é adaptada às condições de aridez (xerófila). Foram registradas até o momento cerca de 1.000 espécies, estimandose que haja um total de 2.000 a 3.000 plantas. Apresenta vegetação típica de regiões semiáridas com perda de folhagem pela vegetação durante a estação seca. Anteriormente acreditava-se que a caatinga seria o resultado

da degradação de formações vegetais mais exuberantes, como a Mata Atlântica ou a Floresta Amazônica (ARY,2013).

O resultado das altas temperaturas e do alto nível de radiação solar tem-se a presença de altas taxas evapotranspiratórias que em conjunto com as baixas precipitações durante o ano promovem um balanço hídrico anual negativo. Somente nos meses que se concentram as chuvas é que este balanço é positivo e propicia condições favoráveis para a prática da agricultura (MONTEIRO, 2007; MONTENEGRO & MONTENEGRO, 2012). A situação se agrava com a crise hídrica, devido ao baixo índice pluviométrico dos últimos cinco anos, as características climáticas e deficiência hídrica da região semiárida são influenciadas por resultados das atividades predatórias, desencadeando a degradação e o empobrecimento da natureza da qual a desertificação é uma das modalidades mais impactantes (SILVA; ALCANTARA, 2009).

A região semiárida tem uma irregularidade na distribuição pluviométrica, cuja concentração das precipitações ocorre em apenas dois a quatro meses ao ano. De acordo com Lima (2011), esse período da chuva da porção setentrional da região semiárida do Brasil se estende de fevereiro a maio com irregularidades distribuídas no tempo e no espaço. A disponibilidade irregular de água no solo afeta a produção agrícola enquanto a utilização da irrigação, geralmente praticada para suplementar a precipitação natural no atendimento das necessidades hídricas das culturas (FARIAS et al., 2000), tem assegurado o crescimento e o desenvolvimento das culturas, melhorando substancialmente a produtividade (AMORIM NETO et al., 2001). De modo geral, as inovações tecnológicas e a pesquisa são indispensáveis para enfrentar os desafios presentes quanto à disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, visto a ampliação dos conflitos entre os usuários com consequência da vulnerabilidade que se apresenta nos sistemas hídricos da maioria dos países e nações (GHEYI, 2012).

3.3 Estresse hídrico no algodoeiro

As plantas quando se encontram em condições de estresse hídrico, as respostas envolvem a redução da condutância estomática que por consequência reduz a transpiração, diminuindo a entrada de CO², utilizada na fotossíntese afetando a produção de assimilados (Ferrari et al.,2015). Torna-se perceptível a redução do crescimento e desenvolvimento da planta devido a falta de turgidez na célula. Os processos catabólicos excedem os anabólicos,

uma intensificação muito rápida do estressor resulta em um colapso agudo da integridade celular, antes de medidas defensivas se tornarem efetivas (SILVA, 2016).

O desenvolvimento do sistema radicular do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é de controle genético, mas pode ser modificado por fatores ambientais (Souza, 2014). O sistema radicular de uma planta funciona como um sensor primário, detectando deficiência hídrica em função da diminuição de água no solo (PIMENTEL, 2004). 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). A deficiência hídrica atua em todo o crescimento da planta, diminui o potencial de crescimento na parte aérea, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular na tentativa de explorar um maior volume de solo e de alcançar água em maiores profundidades (SANTOS et al., 2012).

O estresse resultará numa insuficiência na formação de folhas, com redução do índice de área foliar e conseqüente redução na absorção de luz pela planta e na produção de fotoassimilados. Citações similares são feitas por (MENESES, 2006) ao citar que baixos potenciais hídricos promovem a redução na alocação de biomassa para as folhas, sendo uma condição de restrição ao desenvolvimento foliar. No algodoeiro o estresse por deficiência hídrica pode levar à diminuição do número de estruturas reprodutivas, da altura das plantas, do número de capulhos por plantas, rendimento de fibra, produtividade de algodão em caroço e, conseqüentemente, na produtividade (PASSOS et al., 1987; BATISTA et al., 2010).

O algodoeiro necessita de cuidados, principalmente, no período entre a emissão dos primeiros botões florais e a abertura da flor, o período de maior sensibilidade da planta à deficiência hídrica (MARIANATO e LIMA, 1982; PAYTON et al., 2002; PETTIGREW, 2004). Loka, (2012) vem reafirmar que a fase de desenvolvimento reprodutivo do algodoeiro é a mais sensível ao déficit hídrico. Resultados semelhantes tem sido encontrados na literatura como no manual do Echer (2014) que aponta para a sensibilidade do estresse durante o florescimento e no enchimento das maçãs onde o mesmo provocou reduções de produtividade. Burke et al., (2002) concluíram em seus estudos que a fase de desenvolvimento do pólen e crescimento do tubo polínico são altamente sensíveis aos estresses ambientais. Beltrão e Azevedo (2008) afirmam que a ocorrência de déficit hídrico no período de alongamento da fibra ocasiona redução no seu comprimento.

A medida que se intensifica o déficit hídrico, a planta passa por uma desidratação do protoplasma, o que pode prejudicar os processos vitais de crescimento celular. Fato marcante

aliado a esse processo é o aumento do extravasamento de eletrólitos (EE) que pode ser intensificado pelo déficit hídrico (Peloso,2017). 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). Outro fator que pode ocorrer é um estado de exaustão, deixando a planta suscetível às infecções que ocorrem como consequência da diminuição das defesas do hospedeiro (SILVA, 2016).

O mecanismo de resistência à seca está ligado ao mecanismo de evitar a perda de água das células sendo que uma das habilidades das plantas é completar rapidamente seu ciclo vital antes mesmo que seus tecidos atinjam uma deficiência hídrica (KRAMER, 1995). Onde a planta possui a habilidade de completar seu ciclo antes mesmo de ocorrer a falta de água severa, podendo desenvolver rapidamente seu período fenológico (durante o curto período de chuva) ou ter uma plasticidade em seu desenvolvimento (encurtamento ou prolongação do ciclo, quando ocorre falta de água), de maneira que ocorre melhor quanto maior for o adiamento da diminuição dos valores de potencial hídrico do citoplasma, ou ainda sendo capaz de prevenir e evitar esse período de seca (TURNER, 1986; LARCHER, 2006).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização

A pesquisa foi realizada em campo no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA/UFCG) localizado no município de Pombal-PB, situado pelas coordenadas geográficas locais 6°47'20" de latitude e 37°48'01" de longitude, a uma altitude de 194 m (Figura 1).

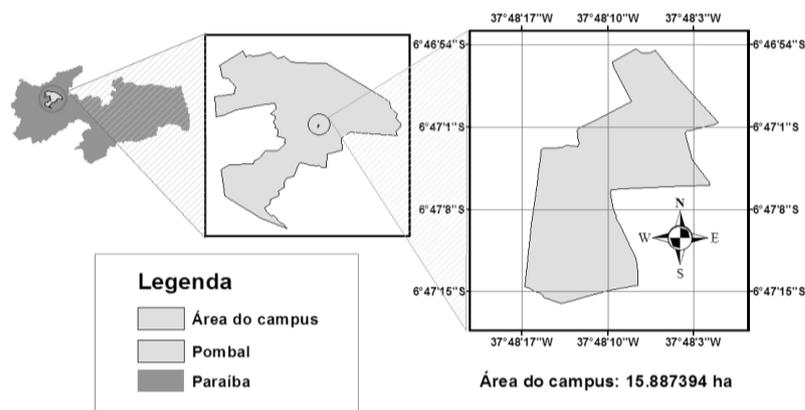


Figura 1. Mapa de localização da área experimental. Pombal - PB, 2015.

Fonte: (WANDERLEY, J. A. C., 2012).

Observam-se os dados meteorológicos durante a condução do experimento entre 27 de setembro de 2019 e 01 de fevereiro de 2020 (Figura 2).

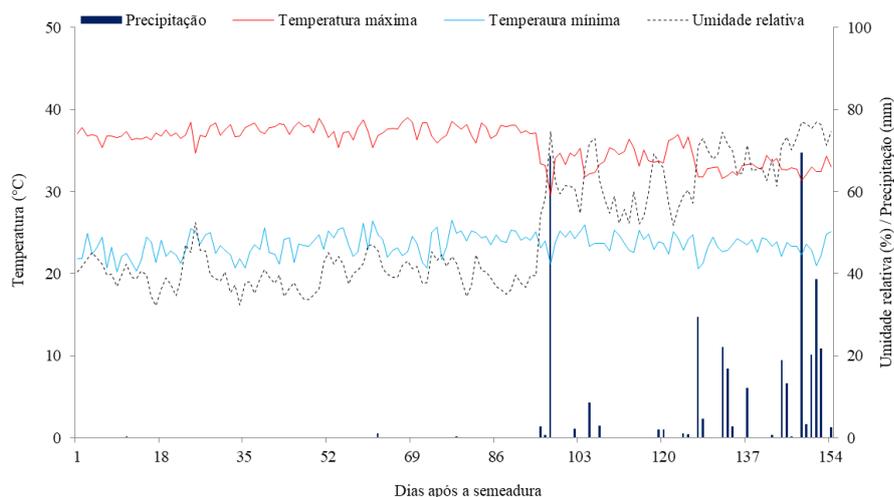


Figura 2. Dados climáticos de temperatura máxima e mínima (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento.

4.2. Tratamentos e delineamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com os tratamentos arrançados em esquema fatorial (3 x 3), referente a três genótipos de algodoeiro colorido (G1 - BRS Rubi; G2 - BRS Topázio e G3 - BRS Safira) e três estratégias de manejo, referentes à aplicação do déficit hídrico (40% da Evapotranspiração Real – ETr), definidas em função da época de indução do déficit hídrico nas fases fenológicas das plantas: vegetativa (VE) - período compreendido entre a emissão da primeira folha definitiva até a antese da 1ª flor; florescimento (FL) - antese da 1ª flor, até a abertura da 1ª maçã; formação da produção (FR) - abertura da 1ª maçã, até a colheita final dos capulhos, resultando em nove tratamentos, com três repetições e três plantas por parcela totalizando 81 plantas.

4.3. Condições de cultivo

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos adaptados como lisímetros de 20 L de capacidade para o cultivo das plantas. Na base dos vasos foram feitos dois furos aos quais foram instalados drenos transparentes de 4 mm de diâmetro. A extremidade do dreno no interior do lisímetro foi envolvida com uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) para evitar a obstrução do material de solo. Abaixo de cada dreno havia um recipiente para a coleta da água drenada visando estimativa do consumo hídrico diário pelas plantas. Os vasos foram preenchidos com uma camada de 0,5 kg de brita seguido de 23,5 kg de um Neossolo Regolítico (*Psammets*) de textura franco-argilo-arenosa, proveniente da zona rural do município de São Domingos, PB, cujas características químicas e físicas (Tabela 1) foram obtidas conforme a metodologia propostas por Teixeira et al. (2017).

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

| pH H ₂ O) (1:2,5) | M.O. g kg ⁻¹ | P (mg kg ⁻¹) | Características químicas | | | | | |
|---|---|---|-----------------------------------|---|------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------|
| | | | K ⁺ | Na ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | H ⁺ |
| 5,58 | 2,93 | 39,2 | 0,23 | 1,64 | 9,07 | 2,78 | 0,0 | 8,61 |
|Características químicas..... | | |Características físicas..... | | | | | |
| CE _{es} (dS m ⁻¹) | CTC cmol _c kg ⁻¹ | RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5} | PST % | Fração granulométrica (g kg ⁻¹) | | | Umidade (dag kg ⁻¹) | |
| 2,15 | 22,33 | 0,67 | 7,34 | Areia | Silte | Argila | 33,42 kPa ¹ | 1519,5 kPa ² |
| | | | | 572,7 | 100,7 | 326,6 | 25,91 | 12,96 |

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE_{es} - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; ^{1,2} referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente

Realizou-se as adubações com NPK, seguindo-se recomendações de Novais et al. (1991) para ensaios em vasos, utilizando-se ureia, MAP e cloreto de potássio, como suas respectivas fontes. Iniciando, dia 15/10/2019, os adubos foram aplicados em cobertura via água de irrigação, sendo parceladas em duas vezes as aplicações de ureia aos 25 e 44 dias após a semeadura (DAS) e três aplicações de MAP aos 18, 38 e 53 DAS e de cloreto de potássio aos 32, 54 e 68 DAS, respectivamente. Os vasos foram dispostos em fileiras simples espaçadas de 1,2 e 1,0 m entre plantas na fileira.

4.4. Semeadura

As sementes dos genótipos de algodoeiro colorido foram provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPA) da Embrapa Algodão, sendo usadas 5 sementes por recipiente a 2 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante; com a umidade do solo no nível equivalente ao da capacidade de campo, em todas as unidades experimentais, aos 49 DAS teve início a aplicação dos tratamentos. Aos 15 dias após semeadura (DAS), foi realizado um desbaste, mantendo-se uma planta por recipiente. Previamente à semeadura, as sementes foram tratadas com fungicida natural, evitando-se impactos ao ambiente, como medida profilática contra a incidência de patógenos, conforme recomendações de Santos e Santos (2008).

4.5. 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, aplicando-se, em cada recipiente, com o início dos tratamentos aos 49 DAS, o volume de água correspondente ao tratamento com déficit hídrico (40% da ETr) e posteriormente voltando a irrigação com 100% após o término de cada fase, onde foram determinado pelo balanço hídrico: volume aplicado menos o volume drenado na irrigação anterior, acrescido de uma fração de lixiviação de 20%, a cada 7 dias.

4.6. Tratos culturais e fitossanitários

O controle de pragas e doenças realizado com defensivos naturais, conforme a necessidade (SANTOS e SANTOS, 2008). A aplicação utilizou 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.

4.7. Variáveis analisadas

4.7.1. Pigmentos fotossintéticos

Aos 75 DAS por ocasião do pico de floração, foram determinados os pigmentos fotossintéticos, clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenoides conforme metodologia proposta por Arnon (1949). Imediatamente após a coleta de 3 discos do tecido vegetal coletado da terceira folha de um ramo localizado na região mediana da copa. O material foi imerso em 80% de acetona e armazenado no escuro por 48 horas. Os extratos obtidos submetidos a leituras em um espectrofotômetro com comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm. Os dados dos teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides foram calculados com as equações 1, 2, 3 e 4, e os resultados foram expressos em mg g⁻¹ de MF.

$$Cl\ a = 12,21\ ABS_{663} - 2,81\ ABS_{646} \quad (1)$$

$$Cl\ b = 20,13\ A_{646} - 5,03\ ABS_{663} \quad (2)$$

$$CLt = 17,3\ A_{646} + 7,18\ A_{663} \quad (3)$$

$$Car = (1000\ ABS_{470} - 1,82\ Cl\ a - 85,02\ Cl\ b) / 198 \quad (4)$$

4.7.2. Fisiológicas

As avaliações das trocas gasosas foram realizadas aos 115 DAS, a partir da mensuração da condutância estomática (*g_s*) (mol m⁻² s⁻¹), transpiração (*E*) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), concentração interna de CO₂ (*C_i*) (μmol mol⁻¹) e taxa assimilação de CO₂ (*A*) (μmol m⁻² s⁻¹), 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).

4.7.3. Crescimento

Aos 130 DAS foram determinados o número de folhas obtido pela contagem das folhas de cada planta, a altura de plantas tomando como referência a distância do colo à inserção do meristema apical e a área foliar obtida medindo-se o comprimento da nervura principal de todas as folhas, seguindo a metodologia descrita por Grimes & Carter (1969), de acordo com a equação: $y = 0,26622 x^{2,3002}$, onde: y é a área foliar por folha e x é o comprimento da nervura central da folha do algodão. A área foliar por planta (cm²) foi determinada pela soma da área de todas as folhas.

4.7.4. Fitomassa

Realizou-se, por ocasião da coleta das plantas, aos 140 DAS, a separação em folhas, caules e raízes os quais foram acondicionados 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 de 0,001 g obtendo-se a fitomassa seca da parte aérea (FSPA) fitomassa seca das raízes (FSR). Posteriormente, pelo quociente entre a fitomassa seca das raízes e a fitomassa seca da parte aérea da planta, obteve-se a relação raiz/parte aérea (R/PA), segundo a equação 5 extraída de Magalhães (1979):

$$R/PA = \frac{FSR}{FSPA} \quad (5)$$

4.7.5. Componentes de produção

Aos 140 DAS foram determinadas os componentes de produção: massa de algodão em pluma (MAP) e o peso médio de capulho (P1CAP) segundo recomendações da Embrapa Algodão. A rendimento de fibra determinada segundo Albrecht et al. (2009); número de sementes totais (NSEM) e o peso de 100 sementes (P100SEM), sendo tais procedimentos efetuados segundo as prescrições estabelecidas pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e a massa das sementes (MSEM) foram obtidas através da pesagem em balança de precisão.

4.8. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Nos casos de significância foi realizado teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para as estratégias de manejo e genótipos de algodoeiro (FERREIRA, 2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme dados da análise de variância expostos na Tabela 2, a interação entre os fatores, estratégias de manejo da irrigação e genótipos, influenciaram de forma significativa a condutância estomática, transpiração, concentração interna de CO₂ e taxa de assimilação de CO₂. Já para as estratégias de manejo da irrigação constatou-se diferença significativa para os teores de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenoides aos 75 dias após a semeadura e condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO₂. Entre os genótipos de algodoeiro (G), houve diferença na condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO₂ aos 115 dias após a semeadura.

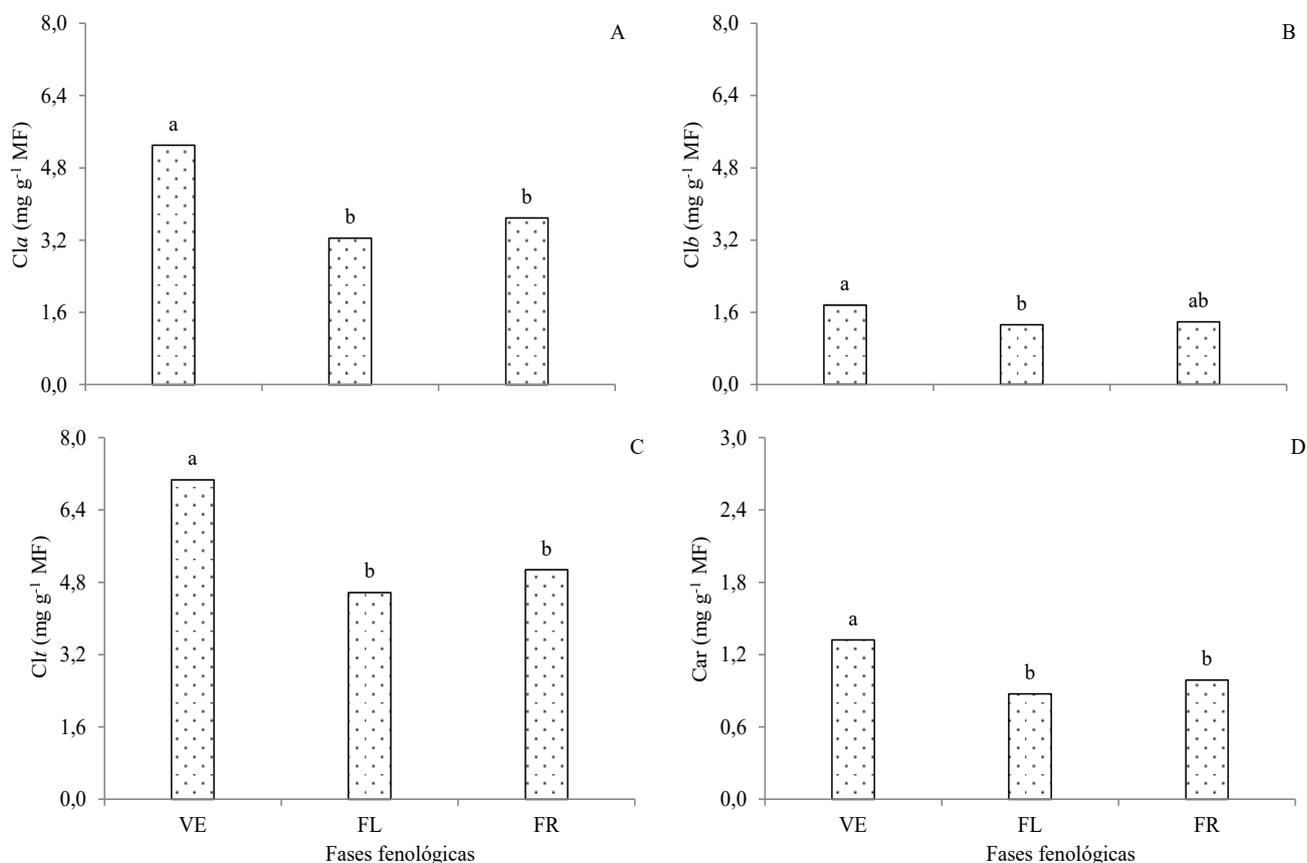
Tabela 2. Resumo da análise de variância para clorofila *a* (Cl_a), clorofila *b* (Cl_b), clorofila total (Cl_t) e carotenoides (Car), aos 75 dias após a semeadura, condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO₂ (Ci) e taxa de assimilação de CO₂ (A), aos 115 dias após a semeadura, em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro.

| Fonte de variação | GL | Quadrado Médio | | | | | | | |
|-----------------------|----|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| | | Cl _a | Cl _b | Cl _t | Car | gs | E | Ci | A |
| Estratégias de Manejo | 2 | 10,52** | 0,49* | 15,61** | 0,48** | 0,01** | 6,64** | 3290,25 ^{ns} | 161,45** |
| Genótipos | 2 | 1,65 ^{ns} | 0,008 ^{ns} | 1,88 ^{ns} | 0,03 ^{ns} | 0,01** | 2,78** | 969,37 ^{ns} | 162,25** |
| EM*G | 4 | 1,34 ^{ns} | 0,24 ^{ns} | 2,24 ^{ns} | 0,06 ^{ns} | 0,005** | 0,82* | 5220,53** | 75,33** |
| Bloco | 2 | 0,56 ^{ns} | 0,15 ^{ns} | 0,71 ^{ns} | 0,002 ^{ns} | 0,0003 ^{ns} | 0,56 ^{ns} | 1535,59 ^{ns} | 7,82 ^{ns} |
| Resíduo | 16 | 0,76 ^{ns} | 0,10 | 1,29 | 0,04 | 0,001 | 0,29 | 818,96 | 3,95 |
| CV (%) | | 21,43 | 21,86 | 20,46 | 20,99 | 17,17 | 12,97 | 15,32 | 12,59 |
| Média geral | | 4,08 | 1,49 | 5,57 | 1,06 | 0,19 | 4,17 | 189,81 | 15,80 |

GL - grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; ** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} não significativo.

De acordo com os resultados obtidos na (Figura 3) a aplicação do estresse hídrico nas fases de floração e frutificação diminuiu os teores de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenoides das plantas de algodoeiro colorido, com reduções de 38,90; 24,68; 35,26 e 33,76% na fase de floração e 30,33; 21,21; 28,13 e 25,18% na fase de frutificação quando comparadas as plantas sob déficit hídrico na fase vegetativa, respectivamente. Podendo inferir que as plantas sob déficit hídrico nesta fase, tiveram um estresse oxidativo, sendo provavelmente, uma resposta de fotooxidação dos pigmentos, que está associado à degradação das moléculas de clorofila, decrescendo assim os teores de clorofila (CARLIN et al., 2012). Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho et al. (2003) onde verificaram

que o estresse hídrico, pode favorecer a formação de espécies reativas de oxigênio (EROS) oxidando os pigmentos fotossintéticos, lipídeos de membrana, proteínas e ácidos nucleicos.

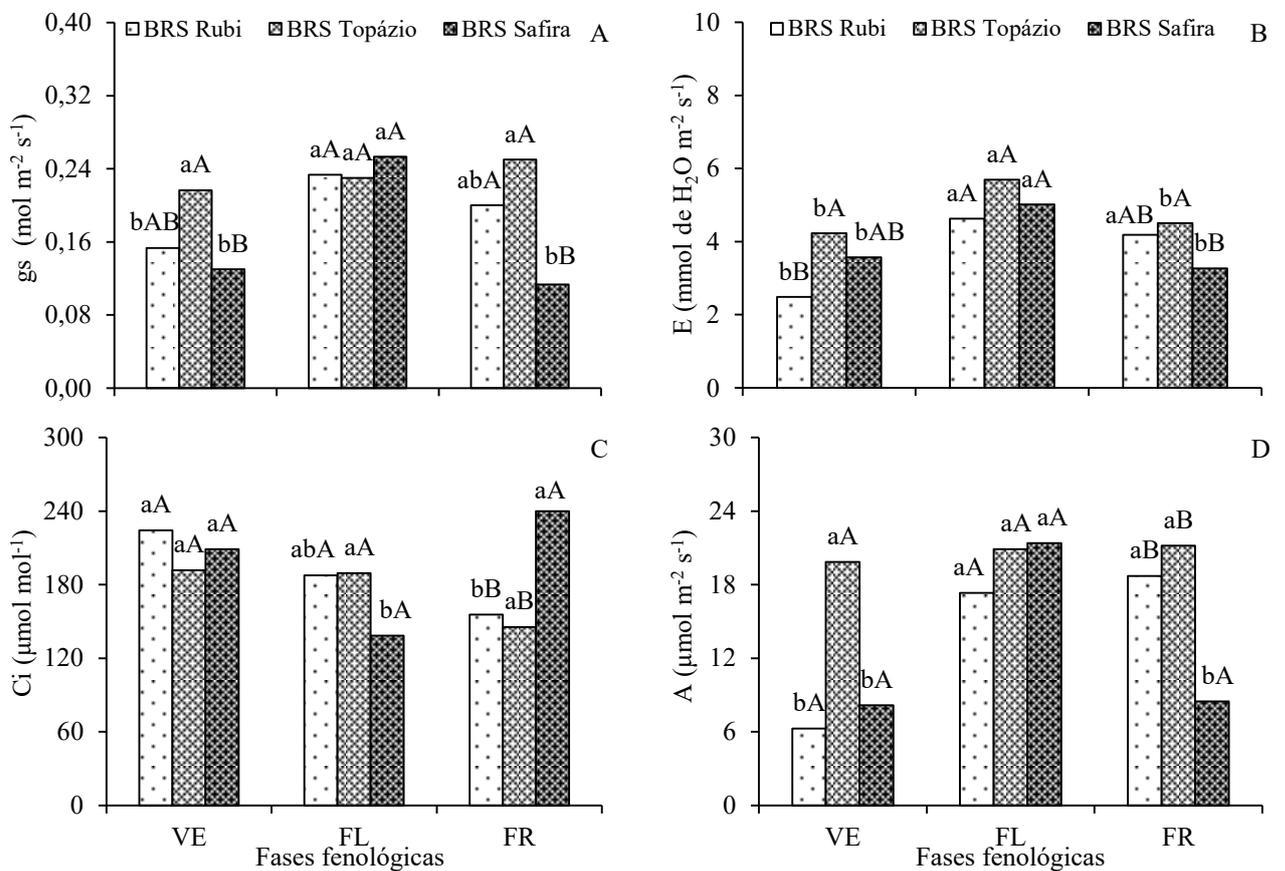


Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit hídrico; entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si, ambos pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.

Figura 3. Teste de médias referente à clorofila *a* – *Cla* (A), clorofila *b* – *Clb* (B), clorofila Total – *Clt* (C) e carotenoides – *Car* (D) em função das estratégias de manejo déficit hídrico aos 75 dias após a semeadura.

Na comparação de médias relativas ao desdobramento entre os genótipos de algodoeiro e as estratégias de manejo do déficit hídrico para a condutância estomática, contata-se diferenças entre as estratégias apenas nos genótipos BRS Rubi e BRS Safira, com reduções na condutância estomática de 34,29 e 48,67% com o déficit hídrico durante a fase vegetativa e de 14,27 e 55,27% na fase de frutificação, respectivamente em comparação a fase de florescimento. As maiores médias quanto à condutância estomática foram obtidas na estratégia cujo déficit hídrico foi aplicado na fase de floração (FL) onde não se observou efeito significativo e nem diferença significativa entre os genótipos, com destaque para o genótipo BRS Topázio (Figura 4A). Conforme Larcher (2006), os estômatos atuam como

reguladores da perda de água, respondendo ao déficit hídrico alterando a abertura do poro estomática quando se alcança uma faixa crítica do potencial hídrico foliar. Corroborando com esse estudo Cordão (2016) estudando o crescimento, trocas gasosas e produção do algodoeiro sob déficit hídrico nas fases fenológicas, observou que as melhores médias para condutância estomática nas plantas da cultivar BRS 336 foram obtidas com o déficit hídrico na fase de botão floral. Em decorrência do fechamento parcial dos estômatos, foi reduzida, igualmente, a transpiração foliar, quando o déficit hídrico foi aplicado na fase vegetativa, com reduções de 46,33, 25,78 e 28,75% para os genótipos BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Safira, respectivamente, quando comparados ao déficit hídrico durante a fase de floração (Figura 4B). Essa correlação direta entre transpiração e condutância estomática é esperada, a planta responde diretamente com o aumento ou diminuição da transpiração de acordo com a abertura ou fechamento dos estômatos (Ainswort e Rogers, 2007).



Em cada estratégia de manejo do déficit hídrico, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit; barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada genótipo não diferem entre si, ambos pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.

Figura 4. Teste de médias referente à condutância estomática- g_s (A), transpiração- E (B), concentração interna de CO_2 - C_i (C) e taxa de assimilação de CO_2 - A (D) em função do desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo do déficit hídrico aos 115 dias após a semeadura.

Na concentração interna de CO₂ (Ci) observam-se as maiores médias quando o déficit hídrico ocorreu durante a fase vegetativa com médias de 187,66, 189,33 e 138,33 μmol mol⁻¹, para os genótipos BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Safira, respectivamente (Figura 4C). Os resultados encontrados para a concentração interna de CO₂ seguiram a mesma tendência da condutância estomática e transpiração para a fase de produção onde foi observado redução. Devido à relação direta entre trocas gasosas e a perda de água, refletindo-se o fechamento estomático em redução da transpiração e restrição à assimilação de dióxido de carbono e, conseqüentemente, menor concentração interna de CO₂ (SHIMAZAKI et al., 2007). Estes valores são diferentes aos encontrados por Pereira (2012), onde o genótipo BRS Topázio teve maior Ci em relação ao BRS Rubi e Safira sob condições de déficit hídrico sobre estresse salino.

Sendo essa a possível explicação para a redução observada na taxa de assimilação de CO₂ (A) na fase vegetativa nesse estudo (Figura 4D). O declínio na taxa de assimilação de CO₂, como observado neste trabalho, foi também constatado por Chen et al. (2017) em plantas de algodoeiro cultivadas sob déficit hídrico. Porém, esse decréscimo também pode estar associado a queda da condutância estomática e transpiração como observado por Oliveira et al.(2002), indicando existência de mecanismos de adaptação, no sentido de diminuir as perdas de água, quando em situação de estresse hídrico. O estômato começa a fechar como reação ao declínio do potencial de água da folha, reduzindo o índice de perda de água, mas diminuindo também a entrada de CO₂ e a fotossíntese na planta.

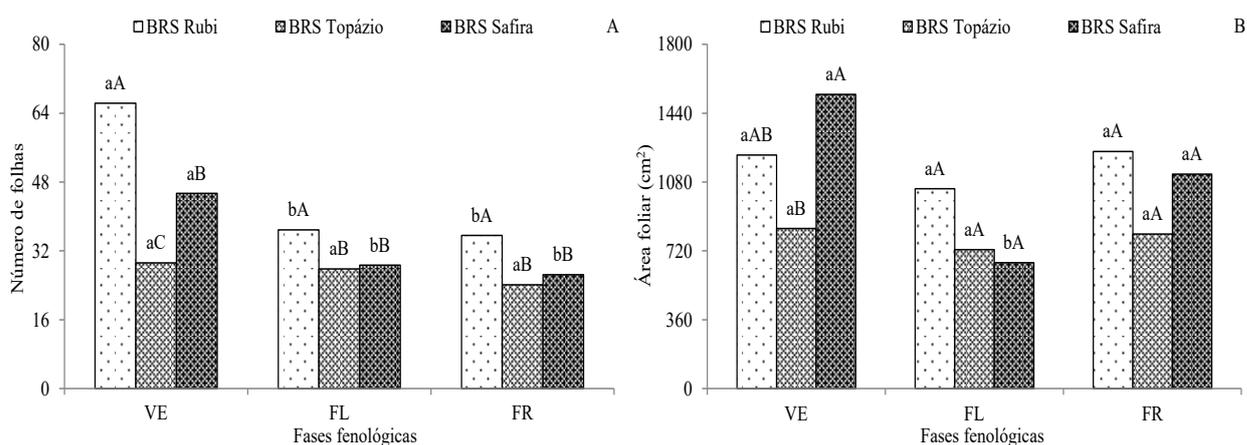
De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 3), houve diferença entre as estratégias de manejo do déficit hídrico com efeito significativo sobre altura de plantas, fitomassa seca de raízes e relação raiz/parte aérea. Já os genótipos de algodão colorido, observou-se diferença significativa para altura de plantas, fitomassa seca da parte aérea, fitomassa seca de raízes e relação raiz/parte aérea. Por meio de desdobramento estatístico (Tabela 3), para análise do efeito da interação entre os fatores, constatou-se efeito significativo sobre o número de folhas e área foliar dos genótipos de algodoeiros aos 130 dias após a semeadura.

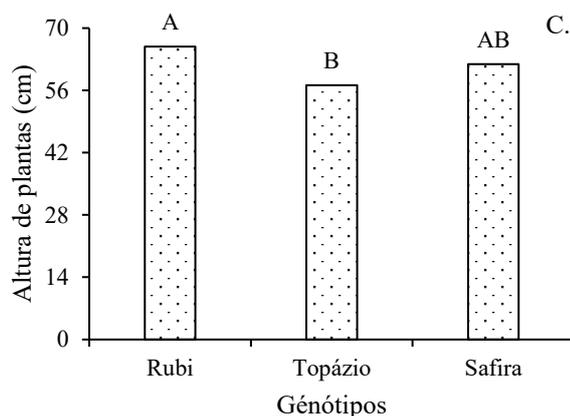
Tabela 3. Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de plantas (AP) aos 130 dias após a semeadura, fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca de raízes (FSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 140 dias após a semeadura.

| Fonte de variação | GL | Quadrado Médio | | | | | |
|-----------------------|----|----------------|------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| | | NF | AF | AP | FSPA | FSR | R/PA |
| Estratégias de Manejo | 2 | 885,77** | 349202,80** | 136,23 ^{ns} | 1,20 ^{ns} | 5,82** | 0,01** |
| Genótipos | 2 | 861,55** | 370812,50** | 170,93** | 193,17** | 2,53* | 0,005* |
| EM*G | 4 | 181,39** | 139291,77* | 11,78 ^{ns} | 11,42 ^{ns} | 0,28 ^{ns} | 0,0005 ^{ns} |
| Bloco | 2 | 39,64* | 85384,99 ^{ns} | 12,44 ^{ns} | 76,51* | 0,06 ^{ns} | 0,006 ^{ns} |
| Resíduo | 16 | 9,65 | 46156,09 | 33,80 | 19,05 | 0,56 | 0,001 |
| CV (%) | | 8,73 | 21,02 | 9,43 | 20,72 | 14,04 | 14,37 |
| Média geral | | 35,59 | 1022,06 | 61,63 | 21,06 | 5,33 | 0,26 |

GL - grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; ** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Com o desdobramento das estratégias dentro dos genótipos para o número de folhas (Figura 5A) constatam-se os menores NF quando o déficit hídrico foi aplicado durante as fases de floração e frutificação nos genótipos BRS Rubi e BRS Safira. Já Pereira (2017) observou que a BRS Rubi teve a menor redução no NF no tratamento estresse hídrico a partir do início da formação dos botões florais, supostamente devido à base genética que a condiciona a ampla adaptação ao ambiente semiárido (RODRIGUES et al., 2016).





Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit hídrico; entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si, ambos pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.

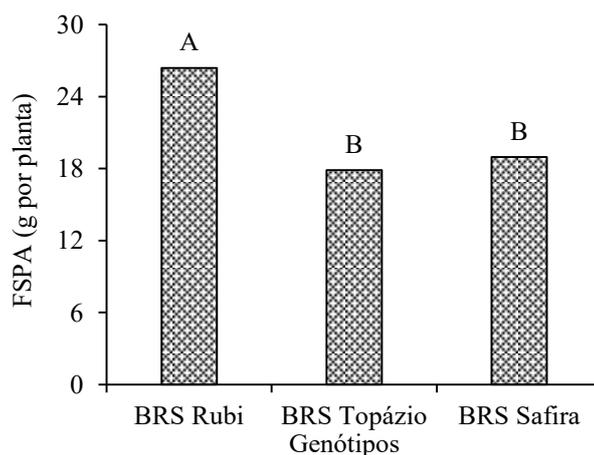
Figura 5. Teste de médias referente ao número de folhas - NF e área foliar- AF em função do desdobramento da interação entre genótipos e estratégia de manejo do déficit hídrico aos 130 dias após a semeadura. Teste de médias referente à altura de plantas - AP (C) em função dos genótipos de algodoeiro aos 130 dias após a semeadura.

A área foliar das plantas em função da interação entre os fatores (G x E) (Figura 5B), verificou-se que o déficit hídrico na fase de floração do genótipo BRS Safira reduziu a área foliar das plantas. Isso por que o déficit hídrico influencia no pré-florescimento, no crescimento após o florescimento, no tamanho do dossel, na produção das posições frutíferas (ECHER, 2014). Entretanto, a AF do genótipo BRS Safira teve uma maior resistência ao déficit hídrico na fase vegetativa com área foliar média de $1539,13 \text{ cm}^2$. Segundo Chaves et al. (2002), isso se dá como estratégias das plantas para lidar com a seca, normalmente envolvem mecanismos de prevenção e sua tolerância vai variar de acordo com o genótipo. Baldo (2009) constatou que o genótipo BRS Rubi teve a menor redução em relação aos genótipos tolerantes a seca. Na fase de frutificação não se observou efeito significativo e nem diferença significativa entre os genótipos, com destaque para o genótipo BRS Rubi.

Verificou-se que a altura de plantas em função dos genótipos de algodoeiro colorido (Figura 5C) constatando-se no genótipo BRS Rubi maior valor médio de AP com 65,85 cm, ou seja, acréscimos de 13,22 e 6,15% quando comparado aos genótipos BRS Topázio, mas não se diferenciando do genótipo BRS Safira. Os genótipos apresentaram altura bem abaixo da altura padrão correspondente a BRS Rubi de 110 cm, BRS Safira de 130 cm e BRS Topázio de 116 cm em condições de 100% de irrigação (EMBRAPA, 2009). São múltiplos os fatores causadores de estresse nos vegetais, afetando o crescimento, o desenvolvimento e a produção

das culturas; em todas as situações adversas, a planta desvia parte de seu metabolismo para se adaptar ou sobreviver ao fator limitante, das mais variadas formas, em detrimento da produção, pois parte da energia é desviada para esse processo (FERNANDES, 2005).

Ocorreram incrementos de 32,27 e 28,14% na alocação de fitomassa da parte aérea do BRS Rubi (26,37 g por planta) quando comparado aos genótipos BRS Topázio e BRS Safira, respectivamente (Figura 6). O genótipo BRS Rubi apresentou médias superiores às demais tanto para o número de folhas como para área foliar podendo ser essa a explicação para os resultados obtidos para essa variável. Nobre et al. (2010), verificaram uma redução de 280% na fitomassa do girassol quando submetido a déficit hídrico de 120% em relação a 40% da necessidade hídrica. Echer, (2010) ao avaliar o comportamento geral de quatro genótipos LD CV Frego, LD CV 02, FMT 01 e IAC 25 observou declínio na massa seca da parte aérea com o aumento do estresse hídrico. Esses resultados assemelham-se com os obtidos Matos, (2012) cuja fitomassa seca da parte aérea das plantas reduziu significativamente à medida que se aumentou o estresse hídrico aplicado à cultura.

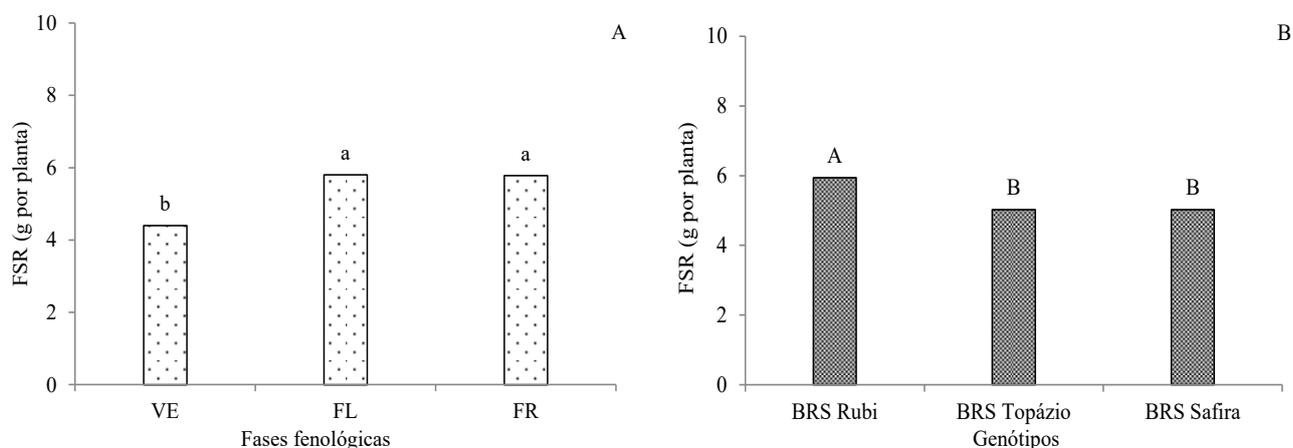


Em cada estratégia de manejo do déficit hídrico, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit; barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada genótipo não diferem entre si, ambos pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.

Figura 6. Teste de médias referente à fitomassa seca da parte aérea -FSPA em função dos genótipos de algodoeiro aos 140 dias após a semeadura.

Com relação a fitomassa seca da raiz (FSR) em função do déficit hídrico nas fases fenológicas, verifica-se maior acúmulo de FSR quando as plantas foram submetidas ao déficit hídrico nas fases de floração e produção com 5,80 e 5,78 g por planta, respectivamente (Figura 7A). Segundo Echer (2014), isto pode ser explicado pelo fato de o algodoeiro, quando submetido ao déficit hídrico apresentar um aumento no crescimento da raiz, pois a planta

aumenta a partição de carboidratos para as raízes e isso é normalmente à custa do crescimento vegetativo.

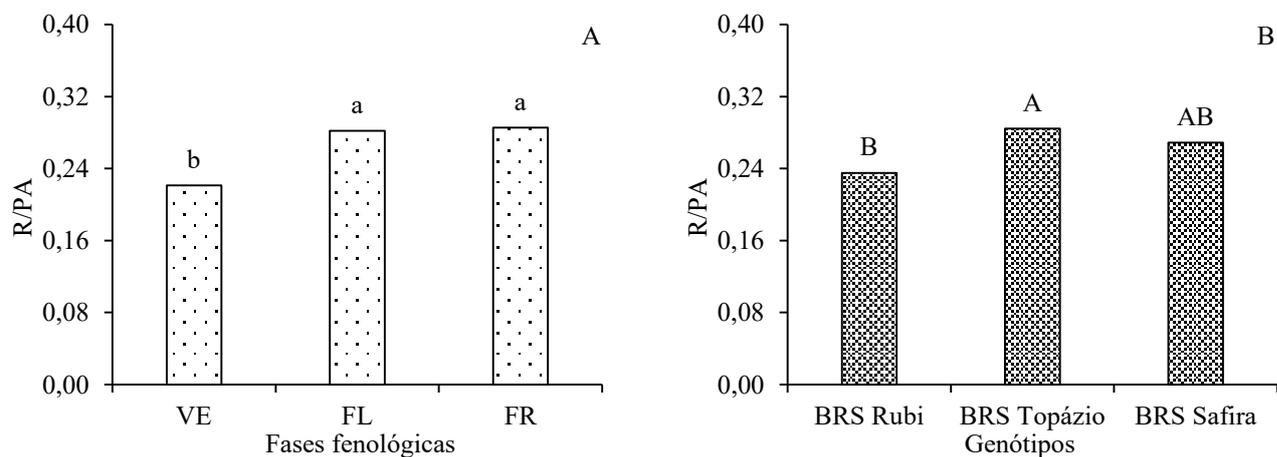


Em cada estratégia de manejo do déficit hídrico, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit; barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada genótipo não diferem entre si, ambos pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.

Figura 7. Teste de média referente à fitomassa seca de raiz (FSR) do algodoeiro em função das estratégias de manejo do déficit hídrico (A) e genótipos do algodoeiro (B) aos 140 dias após a semeadura.

Para fitomassa seca da raiz em relação aos genótipos analisados, verifica-se que o BRS Rubi teve acúmulo superior de FSPA e FSR com médias de 10,9 e 5,94 g por planta, respectivamente (Figura 7B), constatando-se que este genótipo apresenta maior profundidade e ramificação do sistema radicular, mecanismos de tolerância ao estresse (NASCIMENTO et al., 2012). Característica essa que pode ser um indicativo de adaptabilidade desse material genético em condições semiáridas.

Quanto às médias para relação raiz/parte aérea em função das estratégias de manejos do déficit hídrico, observa-se que o déficit hídrico durante a fase vegetativa reduziu a R/PA (Figura 8A). Dentre as fases fenológicas verificou-se, que as plantas submetidas ao déficit hídrico nas fases de floração e frutificação tiveram maior relação raiz/parte aérea com acréscimos de 17,39% e 12,57% em relação às plantas irrigadas com 40% da ETr na fase vegetativa, respectivamente. A relação raiz/parte aérea é afetada como forma de reduzir a superfície transpirante e, conseqüentemente, a perda de água (CARMO et al., 2012).



Em cada estratégia de manejo do déficit hídrico, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit; barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada genótipo não diferem entre si, ambos pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.

Figura 8. Teste de médias referente à relação raiz/parte aérea - R/PA em função das estratégias de manejo do déficit hídrico (A) e genótipos de algodoeiro (B) aos 140 dias após a semeadura.

Quando os três genótipos foram estudados de forma isolada notou-se que o BRS Topázio teve maior relação raiz/parte aérea (0,284), não diferindo do BRS Rubi e BRS Safira que tiveram R/PA de 0,235 e 0,268, com incrementos de 17,25% e 5,63% na relação raiz/parte aérea do BRS Topázio em relação aos genótipos BRS Rubi e BRS Safira, respectivamente (Figura 8B). O decréscimo na relação raiz/parte aérea observado no genótipo BRS Rubi pode resultar em uma melhor exploração da umidade do solo e de nutrientes, o que favorece o crescimento da planta (LACERDA, 2000). Pereira (2017) obteve valores bem abaixo desse estudo chegando a uma relação raiz parte aérea para o genótipo BRS Rubi em condições de estresse hídrico variando entre 0,09-0,12. Souza (2014) observou valores parecidos com esse estudo encontrando valores superiores para BRS Topázio de 0,30 e para BRS Safira de 0,26.

Por meio de desdobramento estatístico para análise do efeito da interação entre os fatores, constatou-se efeito significativo sobre a massa de algodão em pluma (MAP), massa de sementes totais (MSEM), número de sementes totais (NSEM) e peso médio de capulho (P1CAP) aos 140 dias após a semeadura (Tabela 4). Ocorreram diferenças entre as estratégias de manejo do déficit hídrico ($p < 0,01$) sobre o rendimento de fibra (RFIBRAS), peso de 100 sementes (P100SEM), massa de algodão em pluma (MAP) e massa de sementes totais (MSEM). Por outro lado, os genótipos de algodoeiro analisados foram diferentes significativamente quanto ao peso médio de capulho (P1CAP), massa de algodão em pluma (MAP), massa de sementes totais (MSEM) e número de sementes totais (NSEM). Ficam

evidentes, portanto, variações do efeito do déficit hídrico sobre os componentes de produção entre genótipos de algodão colorido.

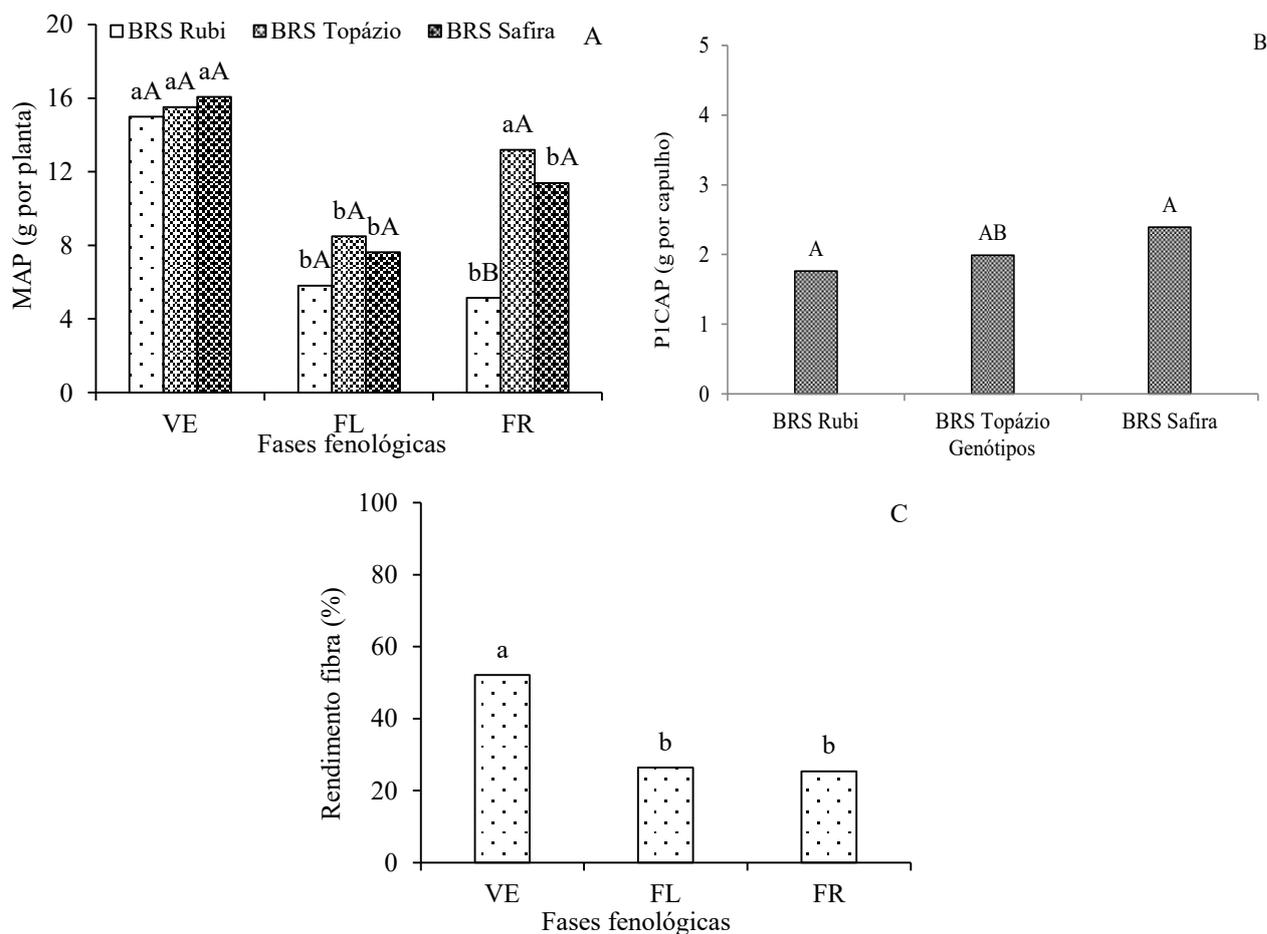
Tabela 4. Resumo da análise de variância para massa de algodão em pluma (MAP), peso médio de capulho (P1CAP), rendimento de fibra (RFIBRAS), massa de sementes totais (MSEM), número de sementes totais (NSEM) e peso de 100 sementes (P100SEM) em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 140 dias após a semeadura.

| Fonte de variação | GL | Quadrado Médio | | | | | |
|-----------------------|----|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|
| | | MAP | P1CAP | RFIBRAS | MSEM | NSEM | P100SEM |
| Estratégias de Manejo | 2 | 159,00** | 0,05 ^{ns} | 2068,84** | 64,12** | 11701,92** | 24,78** |
| Genótipos | 2 | 35,77** | 0,90* | 276,62 ^{ns} | 237,74** | 32762,81** | 0,16 ^{ns} |
| EM*G | 4 | 12,12* | 0,09 ^{ns} | 258,30 ^{ns} | 96,04** | 6464,48* | 1,42 ^{ns} |
| Bloco | 2 | 1,24 ^{ns} | 0,37 ^{ns} | 756,87 ^{ns} | 11,63 ^{ns} | 4012,70 ^{ns} | 0,05 ^{ns} |
| Resíduo | 16 | 3,56 | 0,15 | 302,12 | 7,69 | 1882,49 | 0,73 |
| CV (%) | | 17,30 | 19,25 | 50,21 | 12,09 | 17,97 | 9,88 |
| Média geral | | 10,91 | 2,04 | 34,61 | 22,94 | 241,48 | 8,69 |

GL - grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; **significativo a 0,01 de probabilidade; *significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Com o desdobramento do efeito do fator genótipo dentro das estratégias de manejo estudadas para massa de algodão em pluma aos 140 DAS (Figura 9A), verificou-se ser BRS Topázio o genótipo menos afetado pelos tratamentos com déficit.

Entretanto, foi decrescente o efeito na massa de algodão em pluma, quando as plantas foram irrigadas com (40% da ETr) durante a fase de floração, registrando-se o maior acréscimo quando a irrigação com déficit hídrico ocorreu na fase vegetativa (VE), com 15,00, 15,52 e 16,07 g por planta nos genótipos BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Safira, respectivamente. Estes dados são de grande importância, por terem ocorrido nos três genótipos, uma evidência de aclimação do algodoeiro ao déficit hídrico durante a fase vegetativa, com reflexos na massa de algodão em pluma. Loka e Oosterhuis (2012) afirmam que o estágio de início do florescimento é o mais sensível ao estresse hídrico na cultura do algodoeiro. Pereira, (2017) avaliou que supressão hídrica reduziu a massa de algodão em pluma em todos os genótipos, chegando a perdas da ordem de 64%.



Em cada estratégia de manejo do déficit hídrico, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit; barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada genótipo não diferem entre si, ambos pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.

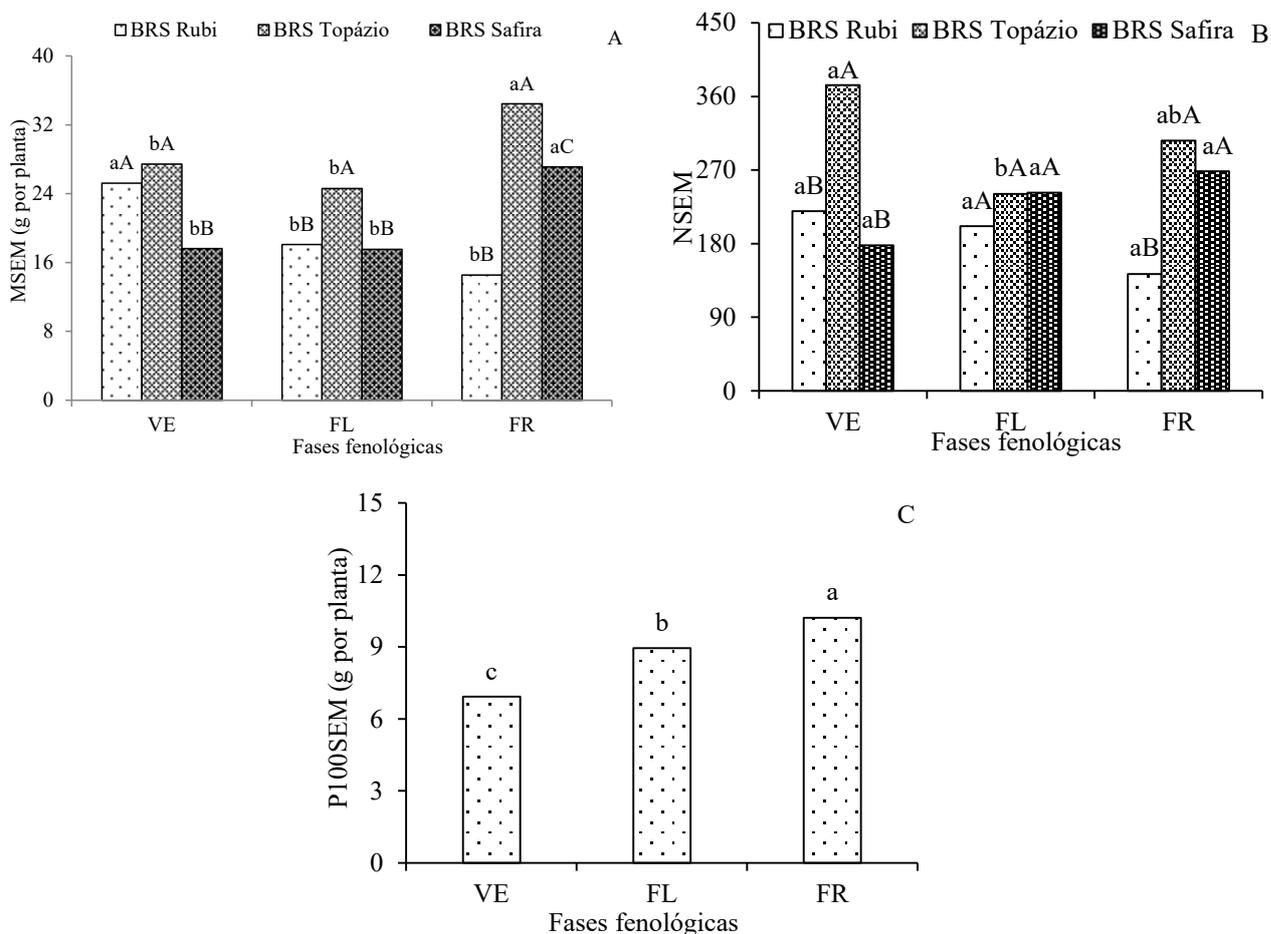
Figura 9. Teste de médias referente à massa de algodão em pluma - MAP em função das estratégias de manejo do déficit hídrico (A), peso médio de capulho - PICAP em função dos genótipos de algodoeiro (B) e o rendimento de fibra em função das estratégias de manejo do déficit hídrico (C) aos 140 dias após a semeadura.

Quanto ao peso médio de capulho verificou-se que o genótipo BRS Safira apresentou uma maior massa (Figura 9B), porém não diferiu do BRS Topázio e nem do BRS Rubi. Acredita-se que essas distinções no peso do capulho são expostas pelas diferenças genéticas de cada genótipo estudado. A BRS Safira possui algumas características de fibra abaixo dos padrões para uma cultivar de fibra média, como porcentagem de fibra, comprimento e resistência da fibra (CARVALHO et al., 2011). Carvalho (2003) cita a dificuldade de selecionar materiais com cor na fibra por causa das correlações negativas entre cor e boas qualidades da fibra.

Para o rendimento de fibra, notou-se que as plantas submetidas ao déficit hídrico durante a fase vegetativa teve maior rendimento de fibra (52,11%), diferindo das estratégias

com déficit hídrico durante as fases floração e de frutificação que resultaram em rendimentos de fibra de 26,40 e 25,33%, respectivamente (Figura 9C). Este fato é um indicativo de que a exposição da planta ao déficit hídrico durante a fase vegetativa exerce menor efeito sobre o rendimento da fibra; ou seja, após o estágio de crescimento vegetativo, o algodoeiro se torna progressivamente tolerante ao longo do ciclo (ROCHA e TÁVORA, 2013). Diferentemente, Almeida et al., (2017), estudando os genótipos de algodoeiro BRS 286 e BRS 336 sob déficit nas fases fenológicas, em casa de vegetação, não observaram estes efeitos. Já Brito et al. (2011), estudando genótipos de algodoeiro tolerantes BRS 1878H e Acala SJ-4 e sensíveis ao déficit hídrico CNPA7H e SU0450/8909 em casa de vegetação imposto na fase de emissão da primeira flor, obtiveram diferenças para o fator genótipo sobre a variável percentagem da fibra.

Observa-se diferença significativa para os genótipos BRS Rubi em relação a BRS Topázio e Safira na fase vegetativa, já quando o estresse foi aplicado na fase de frutificação, observou-se diferença significativa para os genótipos BRS topázio e BRS Safira em comparação com relação ao déficit hídrico quando aplicado o déficit hídrico na fase de floração ocorrem reduções na massa de sementes totais nos genótipos estudados (Figura 10A). Provavelmente o déficit hídrico promoveu queda de botões florais, abortamento de flores e/ou queda de maçãs (ALMEIDA et al., 2017). Correia et al. (2009) afirma que o estresse hídrico causado pelos sais presente na água de irrigação sobre a fisiologia da planta, promove distúrbios metabólicos, principalmente em relação à absorção da água e de nutrientes do solo e à redução da área foliar, o que implica em menor superfície fotossintetizante e, em consequência, no menor rendimento da cultura, interferindo diretamente no número de frutos e no peso de 10 sementes. Assim como observado em plantas de girassol, com reduções na massa de sementes nas plantas irrigadas com 40% da ETr em comparação as que receberam 120% da ETr (SOARES et al., 2015).



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit hídrico; entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si, ambos pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.

Figura 10. Teste de médias para massa de sementes totais - MSEM (A) e número de sementes totais - NSEM (B) do algodoeiro referente à interação entre genótipos e estratégias de manejo do déficit hídrico e peso de 100 sementes - P100SEM (C) em função das estratégias de manejo do déficit hídrico aos 140 dias após a semeadura.

Entre os três genótipos avaliados, conduzidos sob déficit hídrico (40% da ETr) durante a fase vegetativa (VE) notou-se maior número de sementes totais (NSEM) no genótipo BRS Topázio (374 sementes por planta), diferindo dos genótipos BRS Rubi e BRS Safira, cujos valores de NSEM foram 219 e 178 sementes por planta, respectivamente. Nos genótipos BRS Rubi e BRS Safira não foram constatadas variações no NSEM, entre as estratégias de manejo do déficit hídrico, foi observado reduções para essa variável quando o estresse foi aplicado na fase de floração e frutificação em comparação a fase vegetativa (Figura 10B). Corroborando Sousa et al. (2009), o efeito do estresse hídrico causa reduções nos componentes de produção e é mais severo quando ocorre nas fases de floração e frutificação. Aos 140 DAS a maior média quanto ao peso de 100 sementes (P100SEM) foi obtida na estratégia com o déficit

hídrico durante a fase de formação da produção (FR) com 10,21 g por planta, ou seja, acréscimo de 32,22% e 12,42% em relação às estratégias com déficit hídrico durante a fase vegetativa e de floração, respectivamente (Figura 10C).

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).

6. CONCLUSÕES

O déficit hídrico reduziu significativamente as trocas gasosas do genótipo de algodoeiro durante a fase vegetativa e a fase de floração foi a menos afetada para todas as variáveis.

As plantas de algodoeiro reduziram seu crescimento, os teores de pigmentos, a relação raiz/parte aérea e os componentes da produção quando submetidas ao estresse hídrico na fase de floração e frutificação de frutos.

Dentre os genótipos o BRS Topázio é o mais tolerante ao déficit hídrico (40% da ETr) durante a fase vegetativa para a massa de algodão em pluma, peso médio de capulho e produção de sementes.

7. REFERÊNCIAS

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.

ABRECHT, L. P.; BAZO, G. L.; DEMENECK-VIEIRA, P. V.; ALBRECHT, A. J. P.; BRACCINI, A. L.; KRENCHINSKI, F. H.; GASPAROTTO, A. C. Desempenho fisiológico das sementes de ervilha tratadas com biorregulador. **Comunicata Scientiae**, v.5, p.464-470, 2014.

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.

AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. **Prefácio**. In: BELTRÃO, N.E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.). O agronegócio do algodão no Brasil. 2ª Ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2008. v.1, p.13-14.

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.

AINSWORTH, E. A.; LONG, S. P. What have we learned from 15 years of free- air CO₂ enrichment (face)? A meta-analytic review of the responses of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂. **New Phytologist**, v.165, p.351-372, 2015.

AMORIM NETO, M. da S.; ARAUJO, A. E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. (Eds.). **O agronegócio do gergelim no Brasil**. 1º ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. Cap.5, p.93-107.

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

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolates choroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, p. 1-15, 1949.

BALDO, R.; SCALON, S. P. Q.; ROSA, Y. B. C. J.; MUSSURY, R. M.; BETONI, R.; BARRETO, W. S. Comportamento do algodoeiro cultivar Delta Opal sob estresse hídrico com e sem aplicação de bioestimulante. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.1804-1812, 2009.

- 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. M. Clima regula produção e qualidade da fibra de algodoeiro. **Revista Visão Agrícola**. v.6, p.1-2, 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.
- BELTRÃO, N. E. de M. **A Cadeia da mamona no Brasil, com ênfase para o segmento P&D: estado da arte, demandas de pesquisa e ações necessárias para o desenvolvimento**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 18 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 129)
- BELTRÃO, N. E. M; AZEVEDO, D. M., **O agronegócio do algodão no Brasil**. Embrapa informação tecnológica, Brasília-DF. 2 ed, 2008.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2005. 32 p.
- BRITO, G. G.; SOFIATI, V., LIMA, M. M. A.; CARVALHO, L. P.; SILVA FILHO, J. L. Physiological traits for drought phenotyping in cotton. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, p. 117-125, 2011.
- BURKE, J. J. Moisture sensitivity of cotton pollen: an emasculation tool for hybrid production. **Agronomy Journal**, v.94, p.883-888. 2002.
- CARLIN, S. D.; RHEIN, A. F. de L; SANTOS, D. M. M. dos. Efeito simultâneo da deficiência hídrica e do alumínio tóxico no solo na cultivar IAC91-5155 de cana-de-açúcar. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 553-564, 2012.
- CARMO, M. S.; CRUZ, S. C. S.; SOUZA, E. J.; CAMPOS, L. F. C.; MACHADO, C. G. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays* convar. saccharatavar. rugosa). **Bioscience Journal**, v.28, p.223-231, 2012.
- CARVALHO, L. P.; SANTOS, J. W. dos. Respostas correlacionadas do algodoeiro com a seleção para a coloração da fibra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 79-83, 2003.
- CARVALHO, L.P. Algodão de fibra colorida no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 5, 2005.Salvador. **Anais...**Salvador: CBA, 2005. p.1-3.
- CARVALHO, L. P.; ANDRADE, F. P.; SILVA FILHO, J. L. 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, p. 4882-4887, 2015.
- CAVALCANTI, J. J. V.; RESENDE, M. D. V.; SANTOS, F. H. C.; PINHEIRO, C. R. Predição simultâneo dos efeitos de marcadores moleculares e seleção genômica ampla em cajueiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.34, p.840-846, 2012.
- CHAVES, M. M.; PEREIRA, J. S.; MAROCO, J.; RODRIGUES, M. L.; RICARDO, C. P. P.; OSÓRIO, M. L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, v.89, p.907-916. 2002.
- 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: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 05 jun. 2020.
- CORDÃO, M. A. **Crescimento, trocas gasosas e produção do algodoeiro sob déficit hídrico nas fases fenológicas**. Pombal: UFCG, 2016. 52p. Trabalho de Conclusão de Curso.
- CORREIA, K. G; FERNANDES, P. D; GHEYI, H. R; NOBRE, R. G; SANTOS, T. da S. Crescimento, Produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, p.514-521, 2009.
- COUTINHO, T. C.; GUIMARÃES, M. A.; VIDAL, M. S. Determinação da diversidade genética entre acessos de algodão por meio de marcadores microssatélites. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 1447-1458, 2014.
- CHEN, Y.; FENG, L.; WEI, N.; LIU, Z.; HU, S.; LI, X. Overexpression of cotton PYL genes in *Arabidopsis* enhances the transgenic plant tolerance to drought stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 115, s.n., p. 229-238, 2017.
- CRAVEN, L.; STEWART, J. McD.; BROWN, A. H. D.; GRACE, J. P. The Australian wild species of *Gossypium*. In: **World Cotton Research Conference**, 1., Brisbane, Australia. Challenging the future: proceedings, 1994.p.278-281.
- DANIEL, V. C.; SEVILHA, R. R.; SILVA, F. F.; ZONETTI, P. C. Germinação e crescimento de plântulas de algodão colorido sob condições de estresse salino. **Revista em agronegócios e Meio Ambiente**, v.4, p.321-333. 2011.

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, p. 638-645, 2010.

ECHER, F. R.; OOSTERHUIS, D. M.; LOKA, D. ROSOLEM, C. A. High night temperatures during the floral bud and flowering stages increase the abscission of reproductive structures in cotton. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.200, p.191-198. 2014.

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. **BRS Topázio fibra marrom claro uniforme resistente e macia**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. 5ª edição. Campina Grande- PB, 2011.

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>

ENDRIZZI, J. E.; TURCOTTE, E. L.; KOHEL, R. J. Qualitative genetics, cytology and cytogenetics. In: HOHEL, R. J.; LEWIS, C. F. (Ed.). **Cotton**. Madison, p. 81-129, 1984 (ASA. Agronomy, 24).

FARIAS, R. A. de; SOARES, A. A.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, C. A. A. S. Demanda de irrigação suplementar para a cultura do milho no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, p.46-50, Set 2000.

FERNANDES, P. D. Metabolismo do algodoeiro em ambientes adversos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Campina Grande. Anais... Campina Grande, PB: EMBRAPA, 2005. CD Room

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, D. F. SISVAR: Um sistema de análise de computador para projetos de tipo de plotagem dividida de efeitos fixos. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, p. 529-535, 2019.

GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. da S.; MEDEIROS, S. de S.; GALVÃO, C. de OLIVEIRA. **Recursos hídricos em regiões semiáridas: Estudos e aplicações**. 1ª ed. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cap.1, p.02-27. 2012.

- GRIMES, D. W.; CARTER, L. M. A linear rule for direct nondestructive leaf area measurements. **Agronomy Journal**, v. 3, p. 477-479, 1969.
- GRIMES, D. W.; EL-ZIK, K. M. Cotton. In: STEWART, B. A.; NIELSEN, D. R. **Irrigation of Agricultural Crops**. Wisconsin, p.741-773. 1990.
- HSIAO, T.C. Plant response to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, v.24, p.519-570, 1973.
- IBAMA. Desertificação no Brasil. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2003. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em 23 ago. 2020.
- KRAMER, P. J. Drought stress and the origin of adaptation. In: TURNER, N. C.; KRAMER, P. J. Adaptation of plants to water and high temperature stress. **John Wiley & Sons**, p.7-20, 1980.
- KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic, 1995.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 1. ed. São Carlos: Rima, 2006. 531 p.
- LACERDA, C. F. **Crescimento e acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos em dois genótipos de sorgo forrageiros submetidos a estresse salino**. Viçosa: UFV, 163p. 2000. Tese de Doutorado.
- LIMA, J. C. R. de. **Crescimento e desenvolvimento do gergelim BRS Seda irrigado com níveis de água residuária e de abastecimento**. Dissertação (Ciência e Tecnologia Ambiental)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.
- LIMA, T. C; AQUINO, L. A; BERGER, P. G. Botânica. In: **Algodão: do plantio à colheita**. BORÉM, A.; FREIRE, E. C. (Ed). Viçosa: Editora UFV, 2014. p. 50-66.
- LOKA, D. A.; OOSTERHUIS, D. M. Water stress and reproductive development in cotton. In OOSTERHUIS, D. M.; COTHREN, J. T. (Eds.). **Flowering and Fruiting in Cotton**. Cordova: The Cotton Foundation, 2012. chapter 5, p.51-58.
- MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: Ferri, M.G. (ed.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU; EDUSP, 1979. p.331-350.
- MALEIA, M. P.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES-VIDIGAL, P. S.; GONELA, A.; LACANALLO, G. F.; MOIANA, L. D.; CHAMUENE, A.; SOUSA, L. L.; DARBEN, L. M. Genetic divergence among African and American cotton (*Gossypium hirsutum* L. race latifolium H.) cultivars and inbred lines through random amplification of polymorphic DNA (RAPD) markers. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, p. 8539-8548, 2010.

MARIANATO, R.; LIMA, C.A.S. Irrigação do algodoeiro. **Informe Agropecuário**, v.8, p. 75-81, 1982.

MATOS, F.M. de, et al. Produtividade de milho cultivado sob diferentes regimes hídricos. In: **Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, Anais: ABMS, Águas de Lindóia, p.3244-3250, 2012.

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**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. 315p. Tese Doutorado

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. da S; MEDEIROS, S. de S; GALVÃO, C. de OLIVEIRA. **Recursos hídricos em regiões semiáridas: Estudos e aplicações**. 1ª ed. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cap. 1, p.02-27. 2012.

NASCIMENTO, A. K. S.; FERNANDES, P. D.; SUASSUNA, J. F.; OLIVEIRA, A. C. M.; SOUSA, M. S. S.; MELO, C. A. C. Tolerância de genótipos de citros ao estresse hídrico na fase de porta-enxerto. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.6, p.14-22, 2012.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, O.; NASCIMENTO, E.C.S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, p.747-754, 2010.

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, M. A. J. de; BOVI, M. L. A.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. de A.; HABERMANN, G.; RODRIGUES, J. D. Fotossíntese, condutância estomática e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agrícola**, v.59, p.59-63, 2002.

PASSOS.G. **Produção de algodão no Ceará cresce com auxílio da tecnologia**. Disponível em:<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/acervo/geral/audio/2020-07/producao-de-algodao-no-ceara-cresce-com-auxilio-da-tecnologia/> Publicado em 15/07/2020 01:30.

PÁEZ, A.; GONZÁLES, M. E.; YRAUSQUÍN, O. X.; SALAZR, A.; CASANOVA, A. Water stress and clipping management effects on guineagrass: I. Growth and biomass allocation. **Agronomy Journal**, v.87, p.698-706, 1995.

PASSOS, S. M. G.; CANÉCHIO, V. F.; JOSÉ, A. **Principais culturas**. 2.ed. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987. 512p.

PAYTON, P.; KOTTAPALLI, K. R.; KEBEDE, H.; MAHAN, J. R.; WRIGHT, R. R.; ALLEN, R. D.; Examining the drought stress transcriptome in cotton leaf and root tissue. **Biotechnol Lett**. v.33, p.821-828, 2002.

PEREIRA, E. R. L. **Tolerância de genótipos do algodão colorido ao estresse salino**. Campina Grande: UFCG, 2012. 105p. Dissertação de Mestrado

PEREIRA, J. R.; CORDÃO, M. A.; ARAÚJO, W. P.; ZONTA, J. H.; ALMEIDA, E. S. A. B.; BEZERRA, J. R. C.; LIMA, R. F.; FERREIRA, F.N. **Rendimento de algodão em caroço e percentual de fibra nas cultivares BRS 286 e BRS 336 de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico aplicado nas suas diferentes fases fenológicas**. In: 11º Congresso Brasileiro do algodão, 2017.

PELOSO, A. F. ; TATAGIBA, S. D. ; AMARAL, J. F. T. ; PEZZOPANE, J. E. M. **Teor relativo de água e danos celulares em folhas de *Coffea arabica* L. submetidas ao déficit hídrico**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2017.

PETTIGREW, W. T. Moisture deficit effects on cotton lint yield, yield components, and boll distribution. **Agronomy Journal**, v. 96, p. 377-383, 2004.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica, RJ: Edur. 191p, 2004.

POLINUTRI. **Gossipol: princípio tóxico do algodão**. 2002. disponível em: www.polinutri.com.br. Acesso em: 25/01/2002.

RAVEN P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2001. 928 p.

RIBEIRO, V. A. **Caracterização genética de atributos do desenvolvimento radicular em algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.)**. Goiás: UFG, 2014. 64p. Dissertação de Mestrado

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. Centro Científico Conhecer**, v.9, p.2967-2974, 2013.

ROCHA, G. M. G. **Diversidade genética e expressão gênica em fibras de algodão colorido**. Campina Grande: UEPB, 2015. 46p. Dissertação de Mestrado

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.

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.

SOUSA, P. S.; MEDEIROS, J. F.; MATOS, J. A.; MELO, S. B.; FERREIRA, R. F. Efeito de lâminas de irrigação sobre algumas características de produção em condições controladas **Bioscience Journal**, v.25, p.90-95, Nov./Dec. 2009.

SANTOS, J. G. R.; SANTOS, E. C. X. R. **Agricultura orgânica: teoria e prática**. 1ª ed. Campina Grande: EDUEPB, 2008.

SANTOS, I. et al. Condutância estomática e produção de biomassa em plantas de *Hyptis pectinata* (L.) Poit. SUBMETIDAS À DÉFICIT HÍDRICO. **Jepex**, p. 12–14, 2013.

SALEH, B. Salt stress alters physiological indicators in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Soil & Environment**, v. 31, p. 113-118, 2012.

SILVA, D. F da; ALCÂNTARA, C. R. Déficit hídrico na região Nordeste: Variabilidade espaço-temporal. **Revista UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas**, v.8, p.45-51, 2009.

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, M.A.; BIANCHI, L.; GERMINO, G. H. Adaptação das plantas ao déficit hídrico. **Acta Iguazu**, v.5, p.15-32, 2016.

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASSMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v.58, p.219-247, 2007.

- SOARES, C. M. **As dificuldades de internacionalização do algodão colorido Paraibano: um estudo de caso sobre a cooperative CoopNatural**. João Pessoa: UFPB, 96p.,2015, Trabalho conclusão de curso.
- SOARES, L. A. A; LIMA, G. S; CHAVES, L. H. G; XAVIER, D. A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Fitomassa e produção do girassol cultivado sob diferentes níveis de reposição hídrica e adubação potássica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, p.336–342, 2015.
- SOUZA, A. M. S. **Estresse hídrico e expressão de genes no início de crescimento de algodoeiros naturalmente coloridos**. Campina Grande: UEPB, 75p., 2014, Dissertação de Mestrado.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 719 p.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA G. K.; WENCESLAU, A. F.; TEIXEIRA, G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 573 p. 2017
- TURNER, N. C. Adaptation to water deficits: a changing perspective. **Functional Plant Biology**, v.13, p.175-190, 1986.
- USDA - United States Department of Agriculture. **USDA confirma vendas de soja dos EUA para a China**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/china-faz-primeira-grande-compra-desojados-> Acesso em: 13 dez. 2018.
- VALE, D.G.; GUIMARAES, F. M.; OLIVEIRA, G. dos S.; CARDOSO, G. D.; ALVES, I.; SILVA, J. C. A. da; SILVA, O. R. R. F.; CARTAXO, W. V.; CARVALHO, L. P. de **BRS Topázio**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, 1 ed. Campina Grande- PB, 2011.
- VASCONCELOS, J. C. R. de. **Análise dialélica em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) para tolerância à seca**. Campina Grande: UEPB, 47p., 2016. Dissertação de Mestrado.
- WANDERLEY, J. A. C.; Mapa de localização da área de estudo, Pombal – PB, 2012.
- ZONTA, J. H.; BRANDÃO, Z. N.; RODRIGUES, J. I da S.; VALDINEI, S. Cotton response to water deficits at different growth stages. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 980-990, 2017.