



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

HEMILE MACHADO NASCIMENTO

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO EM FASES
FENOLÓGICAS DO ALGODOEIRO COLORIDO**

POMBAL- PB

2021

HEMILE MACHADO NASCIMENTO

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO EM FASES
FENOLÓGICAS DO ALGODOEIRO COLORIDO**

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

Orientadora Prof^ª. Dr^ª. Lauriane Almeida dos Anjos Soares.

POMBAL- PB

2021

N244e

Nascimento, Hemile Machado.

Estratégias de manejo da irrigação em fases fenológicas do algodoeiro colorido. / Hemile Machado Nascimento. - Pombal, 2021.

44 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.

"Orientação: Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares."

Referências.

1. Algodão. 2. Cotonicultura. 3. Algodão - manejo. 4. Algodão Pombal - PB. 5. Algodão - irrigação. 6. Algodão colorido. 7. Algodoeiro colorido. I. Soares, Lauriane Almeida dos Anjos. II. Título.

CDU 33.511 (512/514)(043)

HEMILE MACHADO NASCIMENTO

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO EM FASES FENOLÓGICAS
DO ALGODOEIRO COLORIDO**

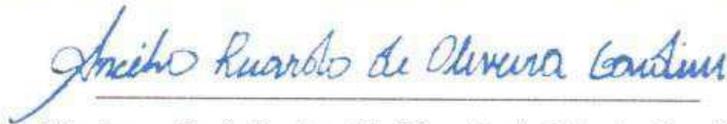
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 10/05/2021

BANCA EXAMINADORA:



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



Membro – Prof. Dr. Ancélio Ricardo de Oliveira Gondim
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



Membro – M. Sc. André Alisson Rodrigues da Silva
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

POMBAL-PB

2021

DEDICATÓRIA

Dedico ao senhor Deus que me concedeu o dom da vida e a minha mãe Elma Nascimento pelo exemplo de vida que é, por sempre acreditar em mim, pelos esforços em prol da minha educação, pelo amor incondicional e por me motivar a continuar lutando para realização dos meus sonhos e objetivos.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Jesus Cristo por ser o meu Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza, o companheiro inseparável da minha caminhada, pai justo que sempre me amparou e me guiou em todas as minhas lutas e conquistas;

Aos meus pais, Elma Nascimento e Rodnei Nascimento, por todo amor, apoio, carinho e motivação;

A minha orientadora Lauriane Almeida pelo exemplo de profissional e amiga, por todas as conversas, todo ensinamento compartilhado, pelas orientações, paciência, dedicação e confiança;

Ao CNPq pelo auxílio financeiro ao projeto;

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

Ao grupo de pesquisa Agroirriga, em especial aos meus colegas Karoline, Kelder, Idelvan, Rômulo e Saulo por toda ajuda na condução do projeto;

Aos meus amigos de turma da graduação: Mylena, Victória, Jailson, Ismar e Caio pelas vivências que compartilhamos juntos, pelos aprendizados e principalmente por construirmos grandes amizades;

Ao meu amigo Rodrigo por ter se tornado meu irmão de vida. Obrigada pelas palavras, pela paciência, por todos os ensinamentos, conselhos, companheirismo e por estar comigo em todos os momentos que eu mais precisei. Nunca me esquecerei do que você fez por mim ao longo desses anos;

A minha família por todo amor e carinho;

Enfim, meus sinceros agradecimentos a todos que colaboraram direta ou indiretamente para a construção deste trabalho.

NASCIMENTO, H. M. Estratégias de manejo da irrigação em fases fenológicas do algodoeiro colorido. 2021. 42f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

RESUMO

A cotonicultura da região Nordeste do Brasil enfrenta problemas de escassez hídrica ocasionados pelas irregularidades do período chuvoso, proporcionando perdas significativas no rendimento do algodoeiro. Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o crescimento, a eficiência fotoquímica e a produção de genótipos de algodoeiros naturalmente colorido sob estratégias de manejo do déficit hídrico nas fases fenológicas das plantas. A pesquisa foi desenvolvida em campo na Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Pombal, Paraíba. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 7, correspondendo a três genótipos de algodão colorido (BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Safira) em sete estratégias de manejo do déficit hídrico (40% da ETr) variando as fases fenológicas. A irrigação com déficit hídrico durante a fase vegetativa promoveu maior crescimento nos genótipos de algodoeiro naturalmente colorido. A irrigação com 40% da ETr nas fases vegetativa e de floração promoveram a maior eficiência quântica do fotossistema II no algodoeiro colorido. Nas fases vegetativa e de formação da produção do algodoeiro a irrigação com déficit hídrico pode ser utilizada no cultivo do algodoeiro com as menores perdas nos componentes de produção, sendo estes afetados negativamente pelo déficit hídrico na fase de floração. Dentre os genótipos, o BRS Topázio destaca-se pelo maior número de capulhos e massa de algodão em caroço, independente do estágio de desenvolvimento.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L.; escassez hídrica; genótipo

NASCIMENTO, H. M. Irrigation management strategies in phenological phases of colored cotton. 2021. 42f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Science and Agri-food Technology. Pombal, PB.

ABSTRACT

Cotton farming in the Northeast region of Brazil faces problems of water scarcity caused by irregularities in the rainy season, causing significant losses in cotton yield. In this context, the objective of this study was to evaluate growth, photochemical efficiency and the production of naturally colored cotton genotypes under water deficit management strategies in the phenological phases of plants. The research was carried out in the field at the Federal University of Campina Grande, located in the municipality of Pombal, Paraíba. A randomized block design was used, in a 3 x 7 factorial scheme, corresponding to three colored cotton genotypes (BRS Rubi, BRS Topázio and BRS Safira) in seven water deficit management strategies (40% of ETR) varying the phenological phases. Irrigation with water deficit during the vegetative phase promoted greater growth in naturally colored cotton genotypes. Irrigation with 40% of ETR in the vegetative and flowering phases promoted the highest quantum efficiency of photosystem II in colored cotton. In the vegetative and formation phases of cotton production, irrigation with water deficit can be used in cotton cultivation with the lowest losses in production components, which are negatively affected by the water deficit in the flowering phase. Among the genotypes, BRS Topázio stands out for the greater number of bolls and cotton seed, regardless of the stage of development.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L.; water scarcity; genotype

LISTA DE TABELA

	Pág.
Tabela 1 Estratégias de manejo do déficit hídrico nas fases fenológicas dos genótipos de algodoeiro.....	22
Tabela 2 Características físico-hídricas e químicas do solo utilizado no experimento.....	23
Tabela 3 Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca total (FST) em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 154 dias após a semeadura.....	27
Tabela 4 Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema (Fv/Fm), número de capulhos (NCAP) e massa do algodão em caroço (MAC) em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 154 dias após a semeadura.....	31

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Dados climáticos de temperatura máxima e mínima (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento.....	21
Figura 2 Distribuição das unidades experimentais na área de estudo.....	23
Figura 3 Análises de altura de plantas (A) e diâmetro de caule (B) do algodoeiro.....	25
Figura 4 Determinação da eficiência quântica do fotossistema II dos genótipos de algodoeiro colorido.....	26
Figura 5 Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo do déficit hídrico para o número de folhas (A, B e C) e área foliar (D, E e F) aos 130 DAS.....	28
Figura 6 Teste de médias referente à altura de plantas em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico (A) e genótipos de algodoeiro colorido (B) aos 130 DAS.....	29
Figura 7 Teste de médias referente ao diâmetro de caule em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico (A) e genótipos de algodoeiro colorido (B) aos 130 DAS.....	30
Figura 8 Teste de médias referente a fitomassa seca da parte aérea – FSPA (A) e fitomassa seca total – FST (B) em função dos genótipos de algodoeiro colorido aos 154 DAS.....	31
Figura 9 Teste de média referente a fluorescência inicial – Fo (A), fluorescência máxima – Fm (B), fluorescência variável – Fv (C) e eficiência quântica do fotossistema II – Fv/Fm (D) em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico aos 130 DAS.....	32
Figura 10 Teste de médias referente à número de capulhos – NCAP em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico aos 154 DAS.....	34
Figura 11 Teste de médias referente à massa de algodão em caroço – MAC em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico (A) e genótipos de algodoeiro colorido (B) aos 154 DAS.....	35
Figura 12 Teste de médias referente à eficiência de uso da água (EUA) em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico (A) e genótipos de algodoeiro colorido (B) aos 154 DAS.....	36

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE TABELA	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.2. Geral.....	15
2.3. Específico.....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1. Aspectos gerais do algodoeiro	16
3.1.1. Algodoeiro colorido	17
3.2. Escassez hídrica no Nordeste brasileiro.....	18
3.2.1. Déficit hídrico no algodoeiro	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. Localização	22
4.2. Tratamentos e delineamento estatístico	22
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 a serem analisadas	25
4.7.1. Variáveis de crescimento	25
4.7.2 Fitomassa	26
4.7.3 Fluorescência da clorofila <i>a</i>	26

4.7.4. Componentes de produção	27
4.8. Análises estatísticas	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6. CONCLUSÕES.....	38
7. REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é a principal matéria-prima da cadeia agrotêxtil, representando cerca de 90% do total das fibras naturais consumidas no Brasil (ECHER et al., 2010). Com grande importância socioeconômica, é cultivado em mais de 950 mil hectares no território brasileiro, tanto pelo regime de sequeiro ou irrigado. Sua produção no país concentra-se nas regiões Centro-Oeste e Nordeste, com destaque para os estados de Mato Grosso e Bahia como os maiores produtores, respondendo por aproximadamente 88% da produção nacional (CARVALHO et al., 2015; CONAB, 2016).

Segundo Nascimento et al. (2019) a cotonicultura da região Nordeste tem se destacado como uma das atividades agrícolas de grande valor para o agronegócio brasileiro, além disso, nessa região o interesse pelo cultivo da fibra colorida vem crescendo, isso se deve ao fato do agricultor comercializá-la por um melhor preço quando comparado ao algodão branco, pois a fibra de coloração natural valoriza os subprodutos, dispensando o tingimento artificial que polui o ambiente e ainda, quando produzido de forma orgânica, o produto terá alto valor comercial agregado (CARVALHO et al., 2011).

No entanto, a região Nordeste do Brasil é caracterizada pelas inconstâncias do período chuvoso e por longos períodos de seca, ocasionando problemas de déficit hídrico para a maioria dos cultivos dessa região, com perdas significativas no rendimento das culturas (FRACASSO et al., 2016; ZONTA et al., 2017). Mesmo sendo considerado tolerante a seca, o algodoeiro requer entre 600 e 900 mm de água durante o seu ciclo, e quando submetido ao déficit hídrico excessivo pode ocorrer queda das estruturas reprodutivas, redução no diâmetro de caule, na altura de plantas e conseqüentemente reduções na produtividade (CORDÃO SOBRINHO et al., 2007; AQUINO et al., 2012).

Entretanto, a sensibilidade da cultura ao déficit hídrico pode variar conforme a fase fenológica em que a planta é submetida ao estresse hídrico. O déficit hídrico no algodoeiro de fibra branca, em diferentes fases fenológicas, foi investigado por vários estudos (CARVALHO et al., 2013; CORDÃO et al., 2018; ARAÚJO, 2018), no qual demonstraram que, em geral, nos estádios iniciais e finais tem menor necessidade hídrica, sendo o período da floração o mais sensível ao estresse hídrico. 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, devem ser intensificados visando à 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 cultivares, fornecendo informações necessárias para a adoção de estratégias de manejo cultural, para que as fases de maior tolerância à seca ocorram em épocas de estiagem nos cultivos ou quando houver baixa disponibilidade de água para irrigação.

2. OBJETIVOS

2.2. Geral

Avaliar o crescimento, a eficiência fotoquímica e a produção de genótipos de algodoeiros naturalmente coloridos sob estratégias de manejo do déficit hídrico nas fases fenológicas das plantas.

2.3. Específico

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

Determinar a eficiência quântica do fotossistema II do algodoeiro colorido cultivado sob déficit hídrico nas fases fenológicas.

Avaliar 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 das estratégias de manejo de irrigação

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Aspectos gerais do algodoeiro

O algodoeiro é uma planta pertencente ao gênero *Gossypium* e da família das malváceas (VIDAL NETO e FREIRE, 2013). É uma planta de elevada complexidade fisiológica, com metabolismo fotossintético do tipo C3, com taxa de fotorrespiração superior a 40% da fotossíntese bruta, dependendo do ambiente, da luminosidade e temperatura (BELTRÃO, 2006).

A planta, caracteriza-se por apresentar um sistema radicular composto por uma raiz pivotante e caule ereto, cilíndrico e sublenhoso. As primeiras folhas são simples e as demais recortadas que variam de verde clara a verde escura, podendo também apresentar-se no tom avermelhado por efeito da concentração de antocianinas presentes nas células. As flores são hermafroditas, axilares, isoladas ou não, apresentando coloração creme. Os frutos são denominados de maçãs quando verdes e de capulhos quando se abrem, são capsulares de deiscência longitudinal, possuindo três a cinco lóculos, podendo chegar de seis a dez sementes. As sementes são revestidas de pelos, mais ou menos longos, denominados de fibra ou línter (BELTRÃO e SOUSA, 1999; SOUSA, 2010).

O algodoeiro produz a mais importante das fibras têxteis do mundo, além de oferecer variados produtos de utilidade, com grande relevância na economia brasileira e mundial, por essa razão é considerado uma das plantas de aproveitamento mais completo, figurando entre as dez maiores fontes de riqueza no setor agropecuário do Brasil (COSTA et al., 2005). Destacando-se como atividade tradicional e de grande importância socioeconômica para a região semiárida, devido, principalmente, ao grande contingente de mão-de-obra nela envolvida, direta e indiretamente (BELTRÃO et al., 2011).

Nos últimos anos a cultura do algodoeiro manteve um constante índice de produção no país, ocupando um lugar de destaque entre as principais culturas produzidas. Na safra 2020/2021 a área plantada em território nacional, foi estimada em 1.665,6 milhões de hectares com uma produção em média de 2,8 milhões de toneladas (CONAB, 2021).

A região Nordeste é a segunda maior produtora de algodão do Brasil (CONAB, 2021). Além disso, o parque têxtil dessa área é um dos maiores polos de consumo industrial de algodão da América Latina (OLIVEIRA et al., 2012). A produção de algodão nessa região torna-se possível devido ao surgimento de genótipos melhorados geneticamente com

adaptação às condições edafoclimáticas da região, e que se destacam por apresentar boas produtividades, por possuírem fibras especiais, finas, resistentes, de colorações variadas e que sejam resistentes a pragas e doenças (ECHER et al., 2010; GILIO et al., 2017).

Na região Nordeste, a produção do algodão naturalmente colorido, é um nicho de mercado para a agricultura familiar. No entanto, uma série de ações devem ser implementadas visando estabelecer um modelo de organização produtiva a partir da base primária, através de um sistema de exploração associativo e verticalizado, com foco no mercado de preço justo, apoiado em políticas públicas que contemplem um sistema de assistência técnica e extensão rural e de crédito diferenciados, que devem ser aplicados de forma grupal, ao contrário do modelo individual, tendo como âncora a produção associativa de um algodão diferenciado, de baixo impacto ambiental e socialmente justo (SANTOS et al., 2008; CARTAXO et al., 2008).

3.1.1. Algodoeiro colorido

O algodão colorido foi desenvolvido pelos incas e astecas há 4.500 anos, bem como por outros povos antigos das Américas, Ásia, África e Austrália. Já foram identificadas diversas espécies silvestres de algodão com fibras coloridas, apresentando em sua maioria, tonalidade marrom. Porém, já foram descritos algodões coloridos em tonalidades verde, amarela, azul e cinza. Esses algodões, por longos períodos, foram descartados pela indústria têxtil mundial e até mesmo foi proibida sua exploração em vários países por serem considerados como contaminação indesejável dos algodões de tonalidade branca normal (FREIRE, 1999).

A produção de fibra naturalmente colorida vem ganhando destaque no mercado nacional, visto que minimiza a quantidade de corantes, além de reduzir a quantidade de água utilizada nos processos para obtenção da coloração artificial, o que gera benefícios econômicos e ambientais (CARDOSO, 2009; CARDOSO et al., 2010).

No entanto, a produção de fibras coloridas enfrenta diversos desafios quando se tratam de qualidade de fibras, como o alto índice de fibras curtas, baixa resistência, fibras grossas e desuniformes. Essas características dificultam a fiação, o que limita a aceitação de indústrias têxteis. Com isso, o melhoramento genético é uma das importantes ferramentas para melhorar a qualidade e produtividade da fibra colorida em diversos ambientes (BELTRÃO, 2004).

A primeira cultivar de algodão colorido (BRS 200) foi lançada no ano de 2000 e caracterizada por apresentar uma coloração marrom claro. Depois dessa, mais cinco foram lançadas, todas com tonalidades variando de verde claro ao avermelhado, atendendo as demandas de mercado e detentoras de larga adaptação ao ambiente semiárido, sendo mais

utilizadas as seguintes: ‘BRS Rubi’, ‘BRS Safira’ e ‘BRS Topázio’ que tiveram como doadores dos genes destas cores, materiais introduzidos de outros países (CARVALHO et al., 2011).

A BRS Rubi foi lançada no mercado no ano de 2004 e se destacou por sua boa produtividade e intensa coloração marrom-telha. É resultante do cruzamento de um material proveniente dos Estados Unidos que apresentava coloração de fibra marrom escura, juntamente com a cultivar de fibra branca, CNPA 7H, que se destaca por ter boa qualidade e ampla adaptação a região nordeste (CARVALHO et al., 2007).

A BRS Topázio por sua vez, foi obtida no ano de 2003 através de seleção genealógica aplicada em uma população resultante do cruzamento entre as cultivares Suregrow 31 e Delta Opal. A cultivar se destaca por apresentar coloração marrom-clara com grande uniformidade, apresenta excelentes desempenhos agrônômicos, boa porcentagem de fibra, maior porcentagem de algodão em caroço se comparada com as cultivares BRS Safira e BRS Araripe, além de favorecer à criatividade das indústrias, na confecção das novas coleções de roupas e artesanatos com algodão colorido (VIDAL NETO et al., 2010).

A BRS Safira é resultante do cruzamento entre um material induzido dos EUA que apresentava a coloração da fibra marrom escura e a cultivar CNPA 87-33 de fibra branca de boa qualidade e ampla adaptação à região Nordeste. Após o cruzamento foram realizados vários ensaios em diversos locais do nordeste por dois anos, onde essa cultivar teve um maior destaque por sua intensa coloração marrom telha e pela sua produtividade (CARVALHO et al., 2009).

A BRS Safira, juntamente com a BRS Rubi diferenciam-se das demais cultivares de fibra marrom existentes no Brasil por apresentar a fibra marrom escura ou marrom avermelhado, mas, mesmo que sua cor seja bastante duradoura, deve-se evitar o prolongado retardamento da colheita, evitando exposição demasiada da fibra ao sol para que se obtenha uma coloração bem intensa da fibra (CARVALHO et al., 2009).

3.2. Escassez hídrica no Nordeste brasileiro

A região Nordeste do Brasil é composta por nove estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe. Essa região pode ser dividida em quatro sub-regiões, que diferem entre si, pelas características edafoclimáticas, a

saber: Zona da Mata, Agreste, Sertão e Meio Norte. Mais de 50% da área tem clima semiárido (Bsh na classificação de Köppen) (LIMA, 2011).

A região semiárida do Nordeste brasileiro é caracterizada por temperatura média anual variando de 23 a 27 °C, e comparada com as demais regiões semiáridas do mundo, o semiárido do Brasil é um dos mais chuvosos do planeta, com precipitação média anual de 750 mm, embora em algumas áreas a precipitação média não ultrapasse os 400 mm anuais, alta insolação média anual (2800 horas por ano), evaporação maior que 2000 mm por ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%. O balanço de chuvas versus evaporação é desfavorável em razão do volume de água evaporado ser cerca de três vezes o volume de água precipitado. Somente nos meses que se concentram as chuvas é que este balanço é positivo e propicia condições para a prática da agricultura (MONTEIRO, 2007).

Diante disso, a irregularidade das precipitações pluviométricas nos estados nordestinos ao longo do ano, torna a água um fator limitante, fazendo com que as necessidades hídricas das culturas não sejam supridas adequadamente durante o seu ciclo, interferindo no seu crescimento e desenvolvimento. A má distribuição das chuvas associadas a elevadas taxas de evapotranspiração acarreta déficits hídricos estacionais que conseqüentemente provocam limitações no crescimento, desenvolvimento e produção das culturas que demandam por água e nutrientes de forma distinta durante o seu ciclo (NASCIMENTO, 2010).

A seca é considerada um estresse ambiental que, segundo Larcher (2006), é um estado em que a demanda por energia pela planta para sua manutenção e sobrevivência é maior que a produção, o que leva a uma desestabilização inicial das funções da planta, seguida por normalização e indução dos processos fisiológicos de adaptação. A resposta fenotípica das plantas submetidas ao déficit hídrico está condicionada pelos efeitos interativos do potencial genético da planta e estágio de desenvolvimento em que o estresse ocorre (OBIDIEGWU et al., 2015).

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

Para que esse manejo seja eficiente, torna-se necessário observar que a quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação e o momento de aplicação desta água são parâmetros governados pelas condições climáticas locais, pelo tipo de cultura e seu estágio de crescimento e desenvolvimento, pela profundidade efetiva do sistema radicular e pela capacidade de armazenamento de água no solo (GOMIDE e ALBUQUERQUE, 2008; CORDÃO, 2016).

3.2.1. Déficit hídrico no algodoeiro

A água é fator primordial para crescimento e desenvolvimento das plantas, cuja necessidade hídrica varia em função da taxa de seu metabolismo e do seu ciclo. Na célula vegetal, o suprimento de água em níveis inferiores aos requeridos altera o funcionamento dos protoplastos sobre a parede da célula, resultando em redução do turgor, afetando o crescimento celular (TAIZ et al., 2017). De modo geral, quando as plantas se encontram sob condições de estresse hídrico, ocorre fechamento estomático, havendo reduções da transpiração, do transporte de assimilados da fotossíntese, da divisão e da expansão celular. Como consequência, ocorre redução no crescimento e na produção (FERRARI et al., 2015).

Segundo Fernandes (2005) quando o algodoeiro é submetido ao déficit hídrico de forma moderada, a planta aumenta seu sistema radicular por aprofundar suas raízes em busca de água. No entanto, o aumento do estresse resultará em formação de folhas pequenas com redução no índice de área foliar e consequente redução na absorção de luz pela planta e na produção de fotoassimilados. De forma semelhante Meneses (2006), afirma que baixos potenciais hídricos promovem a redução na alocação de biomassa para as folhas sendo assim, uma restrição ao desenvolvimento foliar, com reduções na condutância estomática, fitomassa foliar e área foliar das plantas, comprometendo o crescimento e desenvolvimento do algodoeiro influenciados pela variação do potencial hídrico do solo.

Essas reduções são provenientes do aumento na resistência difusiva estomática, uma vez que os estômatos são a principal via de troca gasosa entre as folhas e o meio externo (AMARAL et al., 2006). De acordo com Bezerra et. al. (2010) o algodoeiro é mais sensível a deficiência hídrica durante a fase de floração e a formação das maçãs, nesse período pode ocorrer reduções de até 50% do potencial produtivo do algodoeiro, além de afetar o comprimento e qualidade da fibra.

Durante o período de déficit hídrico, os estômatos se fecham minimizando assim a transpiração e o que proporciona, conseqüentemente, a redução no ganho de carbono visto que a troca de água e CO₂ compartilham o mesmo caminho ao nível da folha (FLEXAS et al., 2004). O estresse causado pelo déficit hídrico, quando prolongado, pode afetar o transporte de elétrons fotossintéticos reduzindo a taxa fotossintética da planta (KITAO e LEI, 2007; SEKMEN et al., 2014). Sabe-se que os estômatos das folhas do algodão são sensíveis ao déficit hídrico, atingindo seu fechamento no início do déficit, o que permite o algodão a lidar com a seca de forma mais amena sem afetar fortemente a produção de biomassa (LI et al., 2019). No entanto se a seca for prolongada pode comprometer o ganho de carbono afetando o crescimento e o rendimento da cultura (WANG et al., 2016; BROUGHTON et al., 2017).

Para o algodão submetido a supressão hídrica, o decréscimo no rendimento da fibra é devido a fatores como a diminuição na área foliar para interceptação de luz, na eficiência fotossintética média, no crescimento da planta, no número de nós vegetativos e simpodiais e botões florais (PETTIGREW, 2004; WELLS e STEWART, 2010). Geralmente com o aumento do déficit hídrico ocorre uma redução na condutância estomática e diminuição da fotossíntese líquida resultando na redução da concentração de CO₂ no local da carboxilação da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase / oxigenase (Rubisco), diminuindo assim a taxa fotossintética (FLEXAS et al., 2004; ENNAHLI e EARL, 2005; QUICK et al., 2006)

A tolerância da planta ao estresse hídrico depende de vários fatores, entre os quais estão o período de supressão de água, metabolismo fotossintético e herança genética (RODRIGUES et al., 2016). O melhoramento genético no Brasil busca selecionar genótipos produtivos e adaptados às condições edafoclimáticas locais, para posteriormente utilizá-los como fonte genética para o desenvolvimento de cultivares tolerantes ao estresse hídrico (ECHER et al., 2010).

Diversos estudos avaliando o crescimento e a produção de algodoeiro sob estresse hídrico já foram realizados, havendo distintos resultados em função das diferenças entre os materiais genéticos. Hussein et al. (2011), avaliando genótipo diferente sob estresse hídrico, verificaram que a altura de planta, a produção de maçãs e de algodão em caroço foram reduzidas com o estresse hídrico, mas a uniformidade das fibras não foi afetada. Diferentemente, Batista et al. (2010) avaliando o crescimento do algodoeiro sob estresse hídrico verificaram que o estresse hídrico promoveu redução nas estruturas reprodutivas (números de botões e de capulhos) e na qualidade das fibras.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização

A pesquisa foi desenvolvida em campo no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude e 37°48'01" de longitude, a uma altitude de 194 m. Na Figura 1, observam-se os dados meteorológicos durante a condução do experimento entre 27 de setembro de 2019 e 01 de março de 2020.

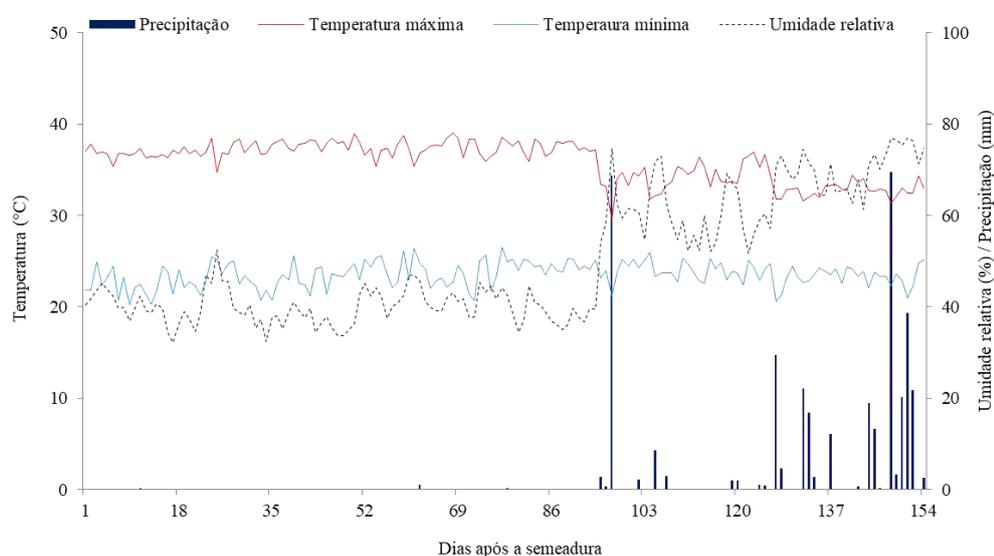


Figura 1. Dados climáticos de temperatura máxima e mínima (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento.

4.2. Tratamentos e delineamento estatístico

Foram avaliados três genótipos (G) de algodão colorido (G1 - ‘BRS Rubi’; G2 - ‘BRS Safira’ e G3 - ‘BRS Topázio’) em sete estratégias de manejo da irrigação, variando as fases de desenvolvimento das plantas. Nessa etapa, foram estudadas duas condições hídricas, correspondendo uma à irrigação com 100% da Evapotranspiração Real – ETr (irrigação plena) e outra com 40% da Evapotranspiração Real – ETr (déficit hídrico), nas seguintes fases de desenvolvimento da cultura: vegetativa (VE) - início do estresse hídrico aos 49 DAS e término do estresse com a abertura da 1ª flor; floração (FL) - irrigação com 40% da necessidade hídrica da planta iniciando-se com a abertura da 1ª flor e se estendendo até a abertura da 1ª maçã; produção (FR) - estresse hídrico a partir da abertura da 1ª maçã, até a

colheita final dos capulhos do primeiro ciclo. O início de cada fase se deu ao término da anterior (MARUR e RUANO, 2001).

Na combinação das fases fenológicas, as estratégias de manejo da irrigação foram as seguintes: 1- A₁B₁C₁ - plantas sob irrigação plena durante todo o ciclo; 2- A₂B₁C₁ – plantas irrigadas com estresse hídrico na fase vegetativa; 3- A₁B₂C₁ - plantas sob estresse hídrico na fase de floração; 4- A₁B₁C₂ - estresse hídrico na fase de formação da produção; 5- A₂B₂C₁ - estresse hídrico nas fases vegetativa e de floração, havendo irrigação plena na fase de produção; 6- A₂B₁C₂ - plantas sob estresse hídrico nas fases vegetativa e de produção; 7- A₁B₂C₂ - plantas submetidas a estresse hídrico nas fases de floração e formação da produção (Tabela 1).

Tabela 1. Estratégias de manejo do déficit hídrico nas fases fenológicas dos genótipos de algodoeiro

Estratégias de manejo	Fases fenológicas ¹		
	Vegetativa	Floração	Produção
1	A ₁	B ₁	C ₁
2	A ₂	B ₁	C ₁
3	A ₁	B ₂	C ₁
4	A ₁	B ₁	C ₂
5	A ₂	B ₂	C ₁
6	A ₂	B ₁	C ₂
7	A ₁	B ₂	C ₂

A-Vegetativa - início do estresse hídrico com o surgimento da primeira folha definitiva e término do estresse com a abertura da 1ª flor; B- Floração - irrigação com 40% da necessidade hídrica da planta iniciando-se com a abertura da 1ª flor e se estendendo até a abertura da 1ª maçã; C- Produção - estresse hídrico a partir da abertura da 1ª maçã, até a colheita final dos capulhos. 1- 100% da necessidade hídrica; 2- 40% da necessidade hídrica.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 7 (genótipos x estratégias de manejo). Combinados, os fatores resultaram em 21 tratamentos com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 189 plantas.

4.3. Condições de cultivo

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos (lisímetros de drenagem) com 20 L de capacidade, os quais foram preenchidos com uma camada de 3 cm de brita sob uma tela de polipropileno, para evitar a obstrução do dreno pelo material de solo. Na base de cada recipiente, foi instalada uma mangueira de 15 mm de diâmetro, como dreno, acoplada a um recipiente plástico (2 L) para coleta da água drenada. Em seguida, acondicionado um Neossolo Regolítico Eutrófico, de textura franco-arenosa (coletado na profundidade 0-30 cm) provenientes de uma área agrícola do município de Pombal-PB, previamente destorroado e

peneirado. Para determinação dos atributos físico-hídricos e químicos em laboratório, foram retiradas amostras do solo antes do cultivo, cujos resultados estão na Tabela 2.

Tabela 2. Características físico-hídricas e químicas do solo utilizado no experimento

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

Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹; P – extrator de Mehlich1; pH_{ps} – pH da pasta de saturação e CE_{es} – condutividade elétrica do extrato de saturação.

Realizou-se as adubações com NPK, seguindo-se recomendações de Novais et al. (1991) para ensaios em vasos, correspondendo a 100, 150 e 300 mg por kg de solo para N, K₂O e P₂O₅ respectivamente, utilizando-se ureia, MAP e cloreto de potássio, como suas respectivas fontes. Inicialmente, aos 18 dias após a semeadura (DAS), os adubos foram aplicados em cobertura via água de irrigação, sendo parceladas em duas vezes as aplicações de ureia e três vezes as aplicações de MAP e cloreto de potássio aos 39 e 60 DAS. Para o fornecimento de micronutrientes, foram realizadas adubações com Niphokan via foliar. Os vasos foram dispostos em fileiras simples espaçadas de 1,2 m e 1,0 m entre plantas na fileira (Figura 2).



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

4.4. Semeadura

As sementes dos genótipos de algodoeiro colorido (‘BRS Rubi’; ‘BRS Topázio’ e ‘BRS Safira’) utilizadas na semeadura, foram provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPA) da Embrapa Algodão, sendo distribuídas 5 sementes por recipiente a 2 cm de profundidade de forma equidistante com a umidade do solo no nível equivalente ao da

capacidade de campo, em todas as unidades experimentais, até a emissão da primeira folha definitiva, quando se iniciou a aplicação dos tratamentos. Aos 15 dias após semeadura (DAS), foi realizado um desbaste, mantendo-se uma planta por recipiente.

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 a cada tratamento (40 e 100% da ETr), foram determinados pelo balanço hídrico: volume aplicado menos o volume drenado na irrigação anterior, acrescido de uma fração de lixiviação de 20%, a cada 7 dias.

4.6. Tratos culturais e fitossanitários

O controle de pragas e doenças foi realizado com defensivos naturais, conforme a necessidade (SANTOS e SANTOS, 2008). A aplicação foi realizada utilizando-se de pulverizador manual de compressão prévia, com tanque em polietileno de alta massa molar, com capacidade volumétrica de 20 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. Variáveis de crescimento

Aos 130 DAS foram determinados o número de folhas, a área foliar, a altura de plantas e o diâmetro de caule. O número de folhas foi obtido levando em consideração as folhas que apresentavam comprimento superior a 3 cm e coloração característica de cada genótipo. A altura de planta foi realizada medindo-se o comprimento da parte aérea do colo da planta até a gema apical do ramo principal (Figura 3A). O diâmetro do caule foi mensurado a 2 cm do solo, utilizando-se de paquímetro digital (Figura 3B).

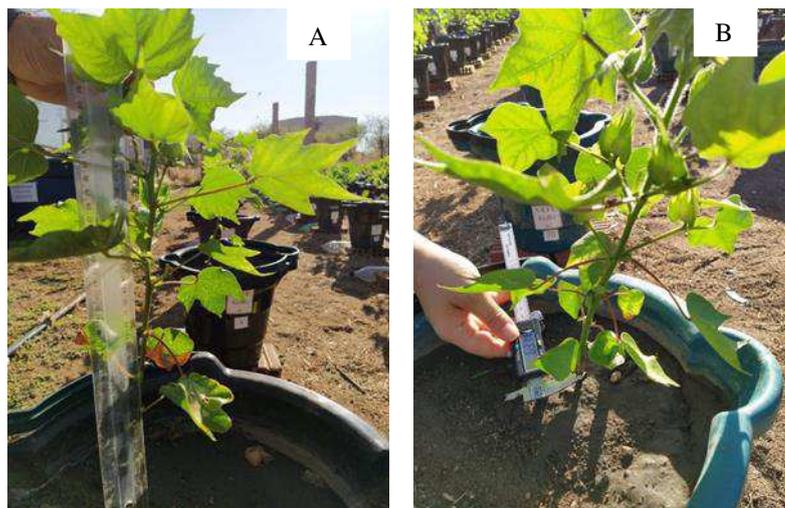


Figura 3. Análises de altura de plantas (A) e diâmetro de caule (B) do algodoeiro.

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

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

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

4.7.2 Fitomassa

Ao final do ciclo da cultura (154 DAS), coletaram-se as plantas, separando-as em folhas, caules e raízes, para serem acondicionadas as partes em sacos de papel e levados para secagem em estufa de circulação de ar, mantida a 65 °C, até peso constante; posteriormente, o material foi pesado em balança de precisão, obtendo-se a fitomassa das folhas, caule e raízes, cujo somatório resultou na fitomassa da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca total (FST).

4.7.3 Fluorescência da clorofila *a*

Aos 120 DAS, foram realizadas avaliações de fluorescência da clorofila *a* as 7:00 horas da manhã, sendo colocadas pinças foliares (clips) e, após um período de 30 minutos de adaptação ao escuro (KONRAD et al., 2005), foram determinados a fluorescência inicial - F_0 ; fluorescência máxima - F_m ; fluorescência variável - F_v ; eficiência quântica do fotossistema II - F_v/F_m com um fluorímetro de pulso de amplitude modulada (PAM fluorometer - Modelo OS5p, Opti-Science/Hudson, NY, USA) (Figura 4).



Figura 4. Determinação da eficiência quântica do fotossistema II dos genótipos de algodoeiro colorido.

4.7.4. Componentes de produção

Ao final do ciclo (154 DAS) foram quantificados os componentes de produção: número de capulhos e massa do algodão em caroço, analisados de acordo com a metodologia da Embrapa Algodão. Os capulhos foram colhidos por planta, à medida que atingiam o ponto de colheita, posteriormente foram pesados em balança analítica com resolução de 0,001 g para obtenção da massa de algodão em caroço.

4.7.5. Eficiência de uso da água

O consumo de água de cada parcela em volume e o consumo cumulativo, foram computados e anotados, de forma que a eficiência deste consumo fosse determinada pela relação entre a massa de algodão em caroço e o volume de água efetivamente consumido em cada tratamento, de acordo com a metodologia descrita por Barker et al. (1989).

4.8. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foram realizado teste de Tukey ($p < 0,05$) para os dados relativos aos genótipos, e teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) para as estratégias de manejo do déficit hídrico (FERREIRA, 2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

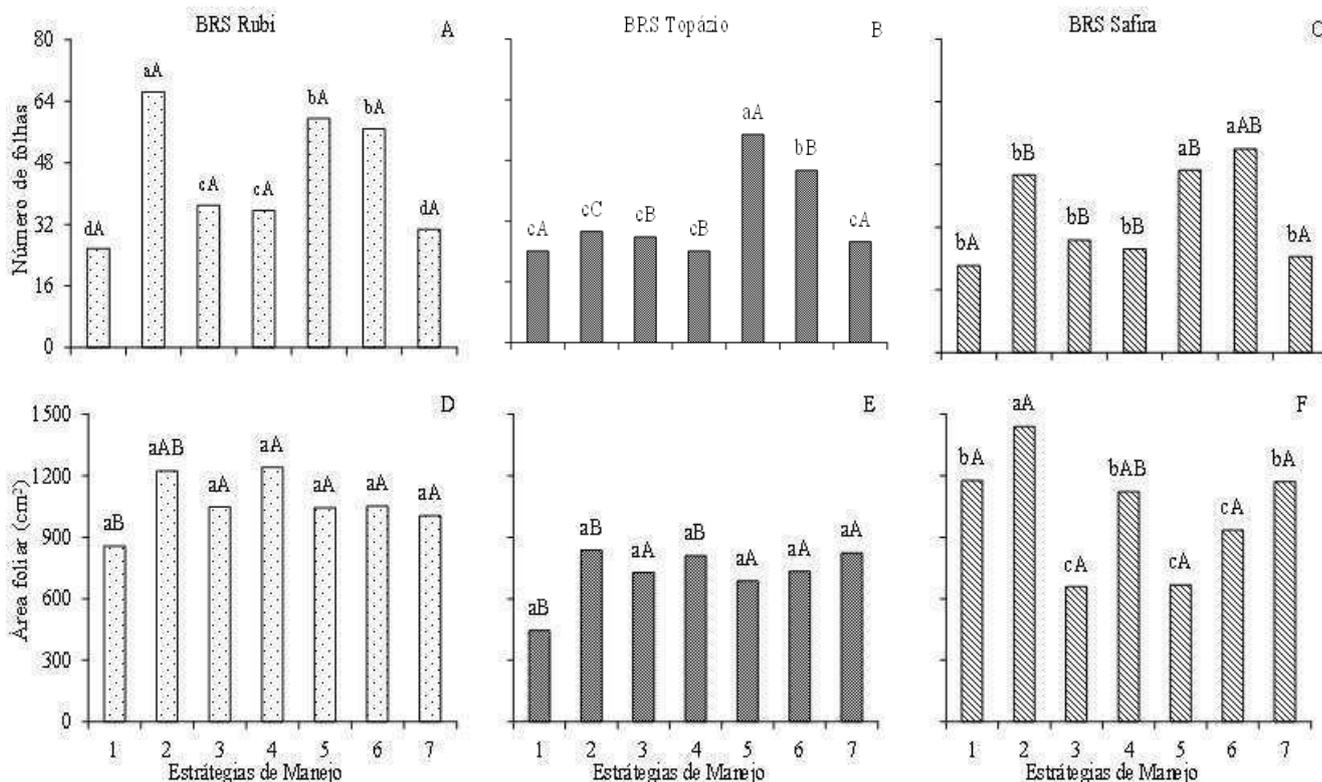
Conforme dados da análise de variância expostos na Tabela 3, a interação entre os fatores, estratégias de manejo da irrigação e genótipos, influenciaram de forma significativa o número de folhas e área foliar. Já para as estratégias de manejo da irrigação constatou-se diferença significativa ($p \leq 0,01$) para o número de folhas, área foliar, altura de plantas e diâmetro de caule. Entre os genótipos de algodoeiro (G), houve diferença na fitomassa seca da parte aérea e fitomassa seca total aos 154 dias após a semeadura.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca total (FST) em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 154 dias após a semeadura.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio					
		NF	AF	AP	DC	FSPA	FST
Estratégias de Manejo	6	1417,535**	246555,113**	200,031**	2,665*	5,619 ^{ns}	4,960 ^{ns}
Genótipos	2	768,861**	728700,356**	180,786**	3,933*	274,364**	415,043**
EM*G	12	120,354**	105019,309*	48,998 ^{ns}	1,015 ^{ns}	12,922 ^{ns}	17,269 ^{ns}
Bloco	2	20,743 ^{ns}	48842,793 ^{ns}	51,697 ^{ns}	3,575 ^{ns}	83,537 ^{ns}	81,381 ^{ns}
Resíduo	40	16,660	43843,317	33,424	1,180	15,143	18,736
CV (%)		10,86	22,34	9,48	11,00	18,75	16,75
Média geral		37,576	937,373	60,994	9,882	20,757	26,115

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

Por desdobramento do efeito das estratégias de manejo da irrigação em cada genótipo de algodoeiro estudado aos 130 DAS (Figuras 5A, 5B e 5C), observa-se que o genótipo BRS Rubi teve maior crescimento em número de folhas, independente das estratégias de manejo da irrigação (Figura 5A). Entretanto, os genótipos BRS Topázio e BRS Safira tiveram os maiores valores quando irrigado conforme as estratégias de manejo 5 e 6 com valores de 54,77 e 45,33 folhas por planta, para o BRS Topázio e 46,55 e 52,00 folhas por planta, para o BRS Safira, respectivamente (Figuras 5B e 5C). Este fato é um indicativo de que a exposição da planta ao déficit hídrico durante essas fases exerce menor efeito sobre o crescimento vegetativo desses genótipos.

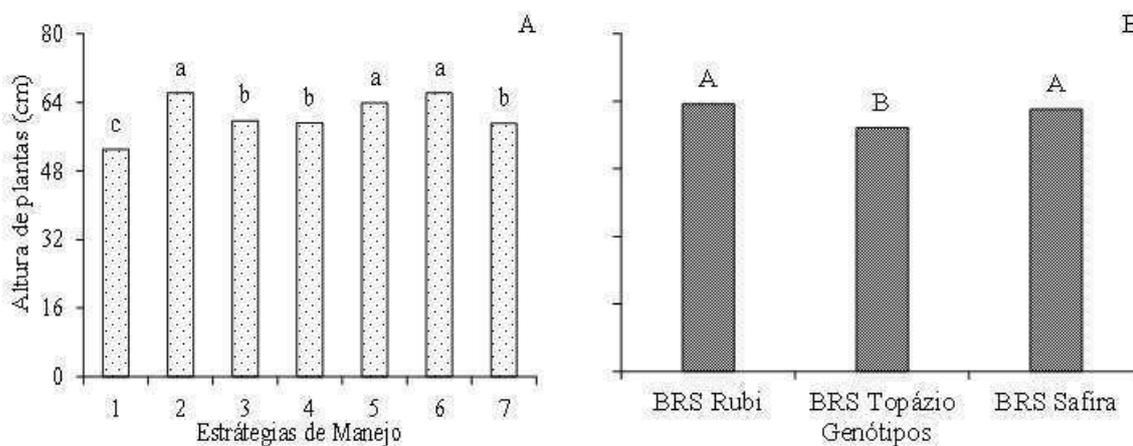


Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia de manejo não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$. 1, A₁B₁C₁; 2, A₂B₁C₁; 3, A₁B₂C₁; 4, A₁B₁C₂; 5, A₂B₂C₁; 6, A₂B₁C₂; e 7, A₁B₂C₂, onde A₁, B₁, C₁ não representam déficit hídrico durante o período vegetativo, floração e frutificação, e A₂, B₂, C₂, déficit hídrico durante os estágios vegetativo, floração e frutificação.

Figura 5. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo do déficit hídrico para o número de folhas (A, B e C) e área foliar (D, E e F) aos 130 DAS.

Observa-se que houve interação significativa no desdobramento do efeito das estratégias de manejo da irrigação em cada genótipo de algodoeiro estudado aos 130 DAS para a área foliar (Figuras 5D, 5E e 5F), com variações entre as estratégias apenas no genótipo ‘BRS Safira’, sendo a maior área foliar, encontrada em plantas submetidas na estratégia de manejo 2 (déficit hídrico de 40% da ETr apenas na fase vegetativa) com valores de 1439,13 cm²; perfazendo assim um incremento na AF de 18,26% em relação às plantas sem déficit hídrico (estratégia de manejo 1), o que é positivo, pois a área foliar é a base para o aumento de rendimento de uma cultura, pela relação direta da fotossíntese com a interceptação da energia luminosa e sua transformação em energia química (FAVARIN et al., 2002). Resultados divergentes foram encontrados por Cordão et al. (2018) estudando o déficit hídrico em diferentes fases fenológicas do algodoeiro no qual observaram reduções na AF quando os déficits foram aplicados nas fases crescimento inicial, botão floral e capulho.

Conforme resultados do teste de média das estratégias de manejo da irrigação para a altura de plantas (Figura 6A), constata-se que as estratégias 2, 5 e 6 foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos com AP de 66,11; 63,85 e 66,14 cm, respectivamente. Destacando-se as estratégias cujo estresse hídrico foi aplicado na fase vegetativa, independentemente da fase fenológica subsequente este fato é um indicativo de que a exposição da planta ao déficit hídrico durante essa fase exerce menor efeito sobre o crescimento vegetativo das plantas.



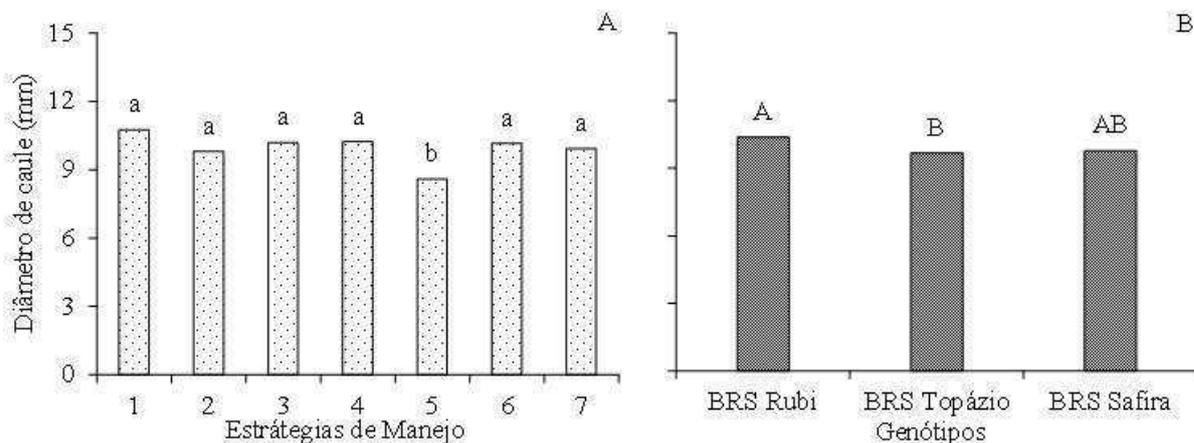
Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia de manejo não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$. 1 - $A_1B_1C_1$; 2- $A_2B_1C_1$; 3 - $A_1B_2C_1$; 4 - $A_1B_1C_2$; 5 - $A_2B_2C_1$; 6 - $A_2B_1C_2$; e 7 - $A_1B_2C_2$, onde A_1 , B_1 , C_1 não representam déficit hídrico durante o período vegetativo, floração e frutificação, e A_2 , B_2 , C_2 , déficit hídrico durante os estágios vegetativo, floração e frutificação.

Figura 6. Teste de médias referente à altura de plantas em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico (A) e genótipos de algodoeiro colorido (B) aos 130 DAS.

Para a altura de plantas em função dos diferentes genótipos de algodão (Figura 6B) verifica-se nos genótipos BRS Rubi e BRS Safira as maiores médias de altura de plantas, enquanto que o genótipo BRS Topázio apresentou um crescimento inferior (57,68 cm) quando comparado aos demais genótipos estudados. Estas distinções na altura das plantas podem ser explicadas pelas distintas constituições genéticas dos genótipos avaliados, diferenças de crescimento, entre genótipos de algodoeiro, também foram relatadas por Soares et al., (2018).

Ao analisar o diâmetro de caule em função das estratégias de manejo (Figura 7A), contata-se diferença entre as estratégias quando se adotou a estratégia de manejo do déficit sucessivamente nas fases vegetativa e de floração ($A_2B_2C_1$); com reduções no DC de 20,02% em relação às plantas sem aplicação de estresse. Quando os três genótipos foram avaliados

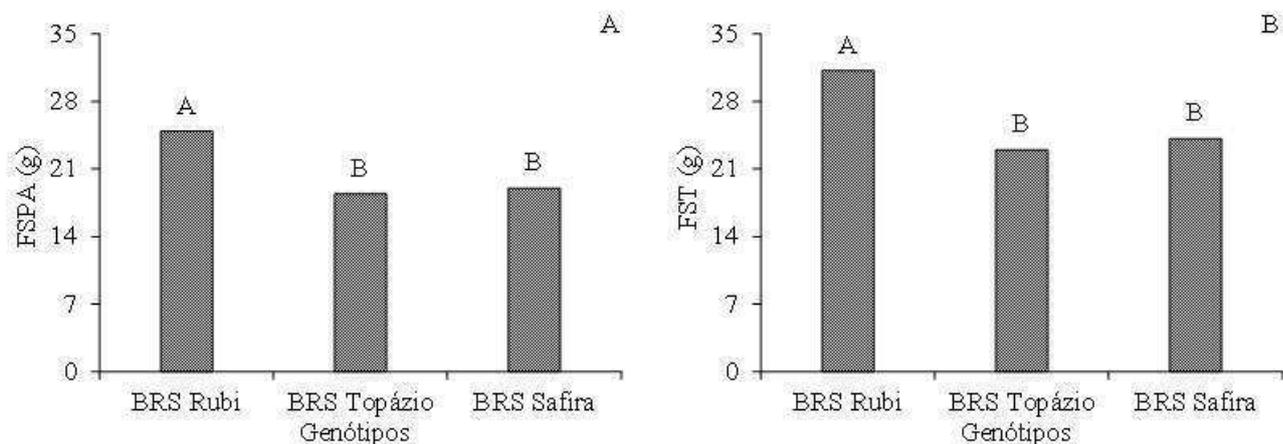
aos 130 DAS, também foi observado maior diâmetro de caule nos genótipos BRS Rubi e BRS Safira cujos DC médios foram 10,38 e 9,78 mm (Figura 7B) Baldo et al. (2009) afirmam que o crescimento vegetativo das plantas de algodão foi comprometido pela deficiência de água, ressaltando que, nestes casos, ocorre uma diminuição do crescimento secundário do caule.



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia de manejo não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$. 1 - A₁B₁C₁; 2- A₂B₁C₁; 3 - A₁B₂C₁; 4 - A₁B₁C₂; 5 - A₂B₂C₁; 6 - A₂B₁C₂; e 7 - A₁B₂C₂, onde A₁, B₁, C₁ não representam déficit hídrico durante o período vegetativo, floração e frutificação, e A₂, B₂, C₂, déficit hídrico durante os estágios vegetativo, floração e frutificação.

Figura 7. Teste de médias referente ao diâmetro de caule em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico (A) e genótipos de algodoeiro colorido (B) aos 130 DAS.

A produção de fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e a fitomassa seca total (FST) variaram significativamente entre os genótipos de algodoeiro colorido (Figuras 8A e 8B), destacando-se com maior acúmulo de FSPA e FST no genótipo BRS Rubi com 24,91 e 31,20 g por planta, respectivamente, fato que, possivelmente, está condicionado às suas características genéticas, com possibilidade de este ser um indicativo promissor de crescimento sob condições hídricas desfavoráveis. Já que genótipos tolerantes à seca têm, normalmente, maior estabilidade de produção, mas, geralmente, menor potencial produtivo, sendo indicados, portanto, para sistemas de produção de menor nível tecnológico (FRITSCHÉ-NETO e BORÉM, 2011; FERRÃO et al., 2015).



Em cada genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Figura 8. Teste de médias referente a fitomassa seca da parte aérea – FSPA (A) e fitomassa seca total – FST (B) em função dos genótipos de algodoeiro colorido aos 154 DAS.

Conforme o resultado da análise de variância (Tabela 4) as estratégias de manejo da irrigação influenciaram, de forma significativa ($p < 0,01$) a fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema (Fv/Fm), número de capulhos (NCAP), massa do algodão em caroço (MAC) e eficiência de uso da água (EUA). Já o fator isolado genótipos teve efeito significativo apenas para a massa do algodão em caroço e eficiência de uso da água aos 130 dias após a semeadura.

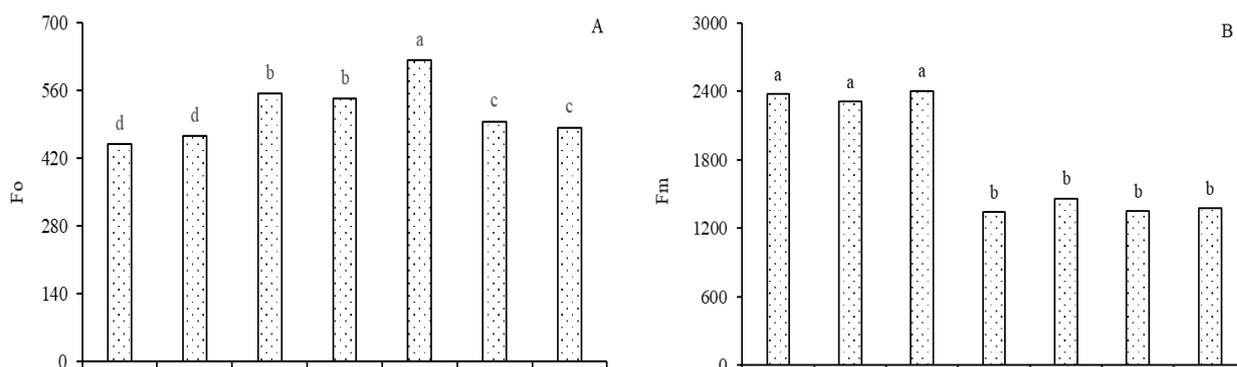
Tabela 4. Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema (Fv/Fm), número de capulhos (NCAP), massa do algodão em caroço (MAC) e eficiência de uso da água (EUA) em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 154 dias após a semeadura.

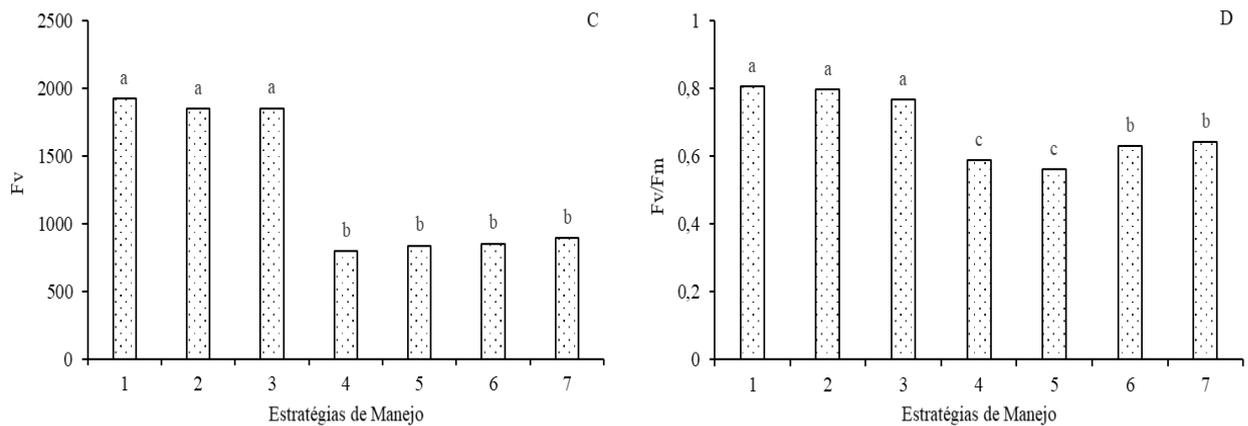
Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		Fo	Fm	Fv	Fv/Fm	NCAP	MAC	EUA
Estratégias de Manejo	6	32871,216**	2497319,952**	2731901,211**	0,095**	147,532**	1252,791**	0,032**
Genótipos	2	1360,777 ^{ns}	43653,349 ^{ns}	60420,063 ^{ns}	0,001 ^{ns}	23,480 ^{ns}	705,866**	0,039**
EM*G	12	1381,907 ^{ns}	14058,571 ^{ns}	19591,711 ^{ns}	0,001 ^{ns}	19,276 ^{ns}	163,157 ^{ns}	0,008 ^{ns}
Bloco	2	180,063 ^{ns}	30103,444 ^{ns}	28382,111 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	66,599 ^{ns}	258,365 ^{ns}	0,014 ^{ns}
Resíduo	40	1105,496	41318,277	40839,311	0,002	19,099	137,535	0,006
CV (%)		6,44	11,28	15,71	6,75	28,58	37,31	35,15
Média geral		516,063	1802,698	1286,634	0,685	15,293	31,433	0,221

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

O algodoeiro colorido teve maior fluorescência inicial (F_o) (622,00) quando o déficit hídrico foi aplicado sucessivamente nas fases vegetativa e de floração (estratégia de manejo 5), constando-se um incremento de 27,74% em relação à média de 449,44 obtida nas plantas que não receberam déficit hídrico em seu ciclo, estratégia de manejo 1 (Figura 9A). Dessa forma, o aumento na F_o pode ser consequência de danos no centro de reação do PSII ou da redução da capacidade de transferência da energia de excitação da antena para o centro de reação (BAKER e ROSENQVST, 2004), isso é explicado pelo comportamento da fluorescência inicial ocorre quando a quinona receptora primária de elétrons do FSII está totalmente oxidada e o centro de reação do FSII está aberto, situação iminente à ativação das reações fotoquímicas (KONRAD et al., 2005).

Conforme resultados do teste de média das estratégias de manejo da irrigação para fluorescência máxima (F_m), notou-se que as estratégias 1- $A_1B_1C_1$, 2- $A_2B_1C_1$ e 3- $A_1B_2C_1$ (Figura 9B) apresentaram maiores médias se comparado com os demais tratamentos com valores de F_m de 2374,22; 2311,66 e 2404,77 respectivamente. Entretanto, as plantas que foram submetidas ao déficit hídrico na fase de produção (4 - $A_1B_1C_2$), observou-se um decréscimo de 43,45% da F_m quando comparadas as plantas que receberam irrigação plena (100% da ETr) durante todo o ciclo. Essa diminuição pode estar relacionada a deficiência de fotorredução da quinona A devido a inativação do PSII nas membranas dos tilacóides (LIMA et al., 2019).





Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos (Scott-Knott, $p < 0,05$). 1, A₁B₁C₁; 2, A₂B₁C₁; 3, A₁B₂C₁; 4, A₁B₁C₂; 5, A₂B₂C₁; 6, A₂B₁C₂; e 7, A₁B₂C₂, onde A₁, I C₁ não representam déficit hídrico durante o período vegetativo, floração e frutificação, e A₂, B₂, C₂, déficit hídrico durante estágios vegetativo, floração e frutificação.

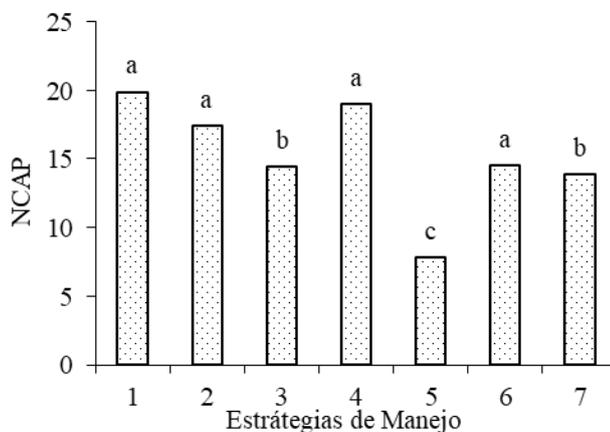
Figura 9. Teste de média referente à fluorescência inicial – Fo (A), fluorescência máxima – Fm (B), fluorescência variável – Fv (C) e eficiência quântica do fotossistema II – Fv/Fm (D) em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação aos 130 DAS

Seguindo a mesma tendência observada na fluorescência máxima (Figura 9B), a fluorescência variável (Fv) do algodoeiro foi reduzida significativamente quando o déficit hídrico foi aplicado nas estratégias 4- A₁B₁C₂, 5- A₂B₂C₁, 6- A₂B₁C₂ e 7- A₁B₂C₂, com menor média (799,11) no tratamento que recebeu déficit hídrico na fase de produção. Em contrapartida, as plantas que foram irrigadas com 100% da ETr durante todo o ciclo apresentaram a maior média de Fv com valor de 1924,77, porém não diferiu das estratégias que receberam déficit hídrico sucessivamente nas fases vegetativa e floração, com médias de 1846,66 e 1851,33 respectivamente. Dias e Marengo (2007) mencionam que alterações nos parâmetros da fluorescência são indicativos de danos ao FSII ocasionados por estresses abióticos. Assim, o aumento verificado na fluorescência variável, em resposta ao déficit hídrico, indica maior estabilidade das plantas e consequente proteção a possíveis estresses (FERRAZ et al., 2014).

A eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) expressa a eficiência de captura da energia de excitação pelos centros de reação abertos do PSII (MELO et al., 2010). Assim ao analisar a eficiência quântica do fotossistema II em função das estratégias de manejo da irrigação (Figura 9D), observou-se que a máxima (Fv/Fm) de 0,80 foi obtida na estratégia que recebeu irrigação plena durante seu ciclo, não diferindo das plantas submetidas ao déficit hídrico na fase vegetativa (0,79) e floração (0,76), respectivamente. No entanto, o menor valor estimado (0,56) foi obtido quando o déficit foi aplicado sucessivamente nas fases de

vegetativa e de floração conforme a estratégia 5-A₂B₂C₁, com decréscimo de 30,36% quando comparada com a testemunha. Esse valor é inferior ao considerado ideal, pois conforme Reis e Campostrini (2011), plantas com valores de Fv /Fm inferiores a 0,75 indicam situação de estresse e, portanto, com redução do potencial fotossintético da planta.

Quanto ao número de capulho (NCAP) observou-se que as plantas que receberam 100% da ETr durante todo o seu ciclo (1 - A₁B₁C₁), obtiveram maior NCAP com 19,88 capulhos por planta, com decréscimos acentuados nas plantas que receberam déficit hídrico conforme as estratégias 3 - A₁B₂C₁ e 5 - A₂B₂C₁ com 14,44 e 7,83 capulhos por planta, respectivamente, ou seja, decréscimos de 27,36% e 60,51%, quando comparadas as plantas irrigadas com 100% da ETr durante todo o ciclo (Figura 10). Essas reduções no NCAP quando o déficit hídrico foi aplicado na fase de floração, pode está associado ao abortamento de flores, queda de botões florais e maçãs ocasionadas pelo déficit hídrico. Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida et al. (2017) analisando o algodoeiro herbáceo submetido ao estresse hídrico, verificaram que o estresse hídrico nas fases formação do botão floral comprometeu o número de capulho do algodoeiro.

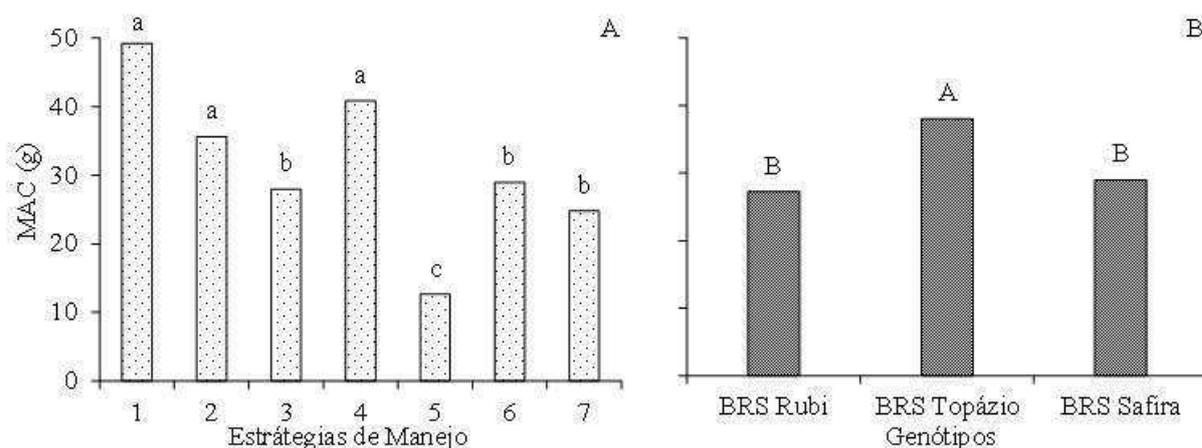


Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos (Scott-Knott, $p < 0,05$). 1 - A₁B₁C₁; 2- A₂B₁C₁; 3 - A₁B₂C₁; 4 - A₁B₁C₂; 5 - A₂B₂C₁; 6 - A₂B₁C₂; e 7 - A₁B₂C₂, onde A₁, B₁, C₁ não representam déficit hídrico durante o período vegetativo, floração e frutificação, e A₂, B₂, C₂, déficit hídrico durante os estágios vegetativo, floração e frutificação.

Figura 10. Teste de médias referente à número de capulhos – NCAP em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico aos 154 DAS.

Baseando-se nos dados comparativos entre médias (Figura 11A), verifica-se a mesma tendência do número de capulhos, constatando-se nas plantas submetidas às estratégias de manejo sem déficit hídrico ao longo do ciclo (A₁B₁C₁) maior massa de algodão em caroço (MAC), entretanto, não diferiram das plantas submetidas aos tratamentos A₂B₁C₁ e A₁B₁C₂,

que tiveram massa de algodão em caroço de 35,61 e 40,81 g por planta, respectivamente. Relacionando, ainda, a massa de algodão em caroço, quando o déficit hídrico ocorreu sucessivamente nas fases vegetativa e de floração ($A_2B_2C_1$), ao final do ciclo a MAC foi reduzida em 74,23%, ou seja, redução equivalente a 36,52 g por planta, em relação às plantas irrigadas com 100% da ETr durante todo o ciclo (Figura 12A), significando o efeito mais prejudicial do déficit hídrico na fase vegetativa, quando combinada ao período de floração do algodoeiro. Esses resultados foram semelhantes com o estudo de Cordão et al. (2018) que observou reduções dos valores de produtividade do algodoeiro herbáceo conforme os tratamentos de déficit foram aplicados ao longo das fases fenológicas do ciclo para ambas as cultivares estudadas, sendo todos inferiores ao tratamento irrigado. Echer (2014) também afirma que o déficit hídrico durante a fase de florescimento e de enchimento das maçãs tem provocado, mais comumente, as maiores reduções de produtividade.



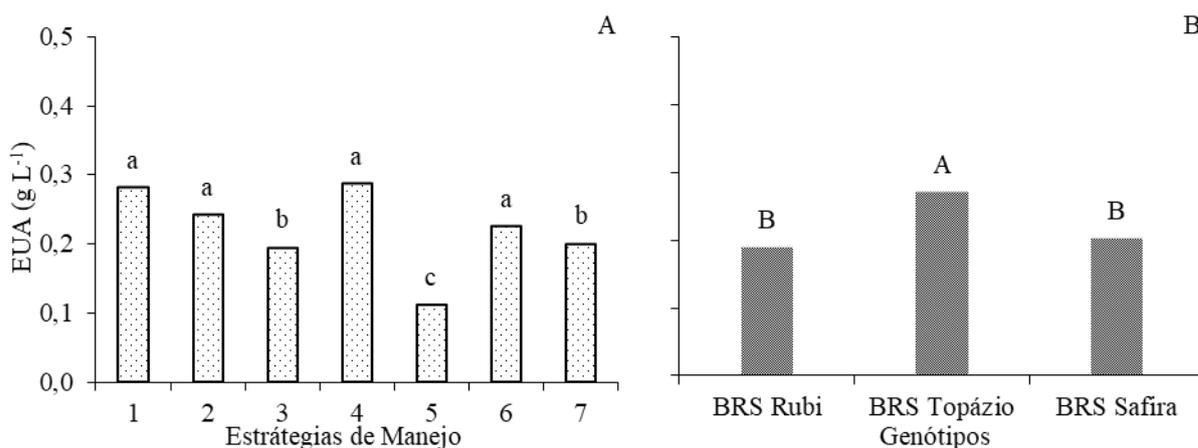
Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$. 1 - $A_1B_1C_1$; 2 - $A_2B_1C_1$; 3 - $A_1B_2C_1$; 4 - $A_1B_1C_2$; 5 - $A_2B_2C_1$; 6 - $A_2B_1C_2$; e 7 - $A_1B_2C_2$, onde A_1 , B_1 , C_1 não representam déficit hídrico durante o período vegetativo, floração e frutificação, e A_2 , B_2 , C_2 , déficit hídrico durante os estágios vegetativo, floração e frutificação.

Figura 11. Teste de médias referente à massa de algodão em caroço – MAC em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico (A) e genótipos de algodoeiro colorido (B) aos 154 DAS.

Ao se comparar os genótipos de algodoeiro, notou-se diferença entre os genótipos na massa de algodão em caroço (Figura 11B); onde é possível observar que o genótipo BRS Topázio teve maior produção em massa de algodão em caroço com média equivalente a 38,05 g por planta, enquanto que os genótipos BRS Rubi e BRS Safira, apresentaram as menores

médias com 27,27 e 28,97 g por planta, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si.

A eficiência de uso da água pelo algodoeiro foi influenciada pelas estratégias de manejo do déficit hídrico e, conforme o teste de média (Figura 12A) vê-se declínio da EUA de 30,72, 60,24 e 28,73% das plantas submetidas às estratégias de manejo 3 - A₁B₂C₁, 5 - A₂B₂C₁ e 7 - A₁B₂C₂ em relação as plantas sem déficit hídrico durante todo o ciclo. A maior EUA (0,28 g L⁻¹) foi obtida para plantas sob a estratégia 4 - A₁B₁C₂ cujo déficit hídrico foi aplicado durante a fase de floração do algodoeiro. Assim como observado para a massa de algodão em caroço, verifica-se maior EUA no genótipo BRS Topázio com eficiência de 0,27 g L⁻¹, superando os genótipos BRS Rubi e BRS Safira (Figura 12B). Indicando um potencial altamente produtivo para esse genótipo transformando de forma eficiente a água disponível em produção efetiva de massa de algodão em caroço, conforme descrevem Doorenbos e Kassam (1994).



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia de manejo não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$. 1 - A₁B₁C₁; 2 - A₂B₁C₁; 3 - A₁B₂C₁; 4 - A₁B₁C₂; 5 - A₂B₂C₁; 6 - A₂B₁C₂; e 7 - A₁B₂C₂, onde A₁, B₁, C₁ não representam déficit hídrico durante o período vegetativo, floração e frutificação, e A₂, B₂, C₂, déficit hídrico durante os estágios vegetativo, floração e frutificação.

Figura 12. Teste de médias referente à eficiência de uso da água (EUA) em função de diferentes estratégias de manejo do déficit hídrico (A) e genótipos de algodoeiro colorido (B) aos 154 DAS.

6. CONCLUSÕES

A irrigação com déficit hídrico durante a fase vegetativa promoveu maior crescimento nos genótipos de algodoeiro naturalmente colorido.

A irrigação com 40% da ETr nas fases vegetativa e de floração promoveram a maior eficiência quântica do fotossistema II no algodoeiro colorido.

Nas fases vegetativa e de formação da produção do algodoeiro a irrigação com déficit hídrico pode ser utilizada no cultivo do algodoeiro com as menores perdas nos componentes de produção, sendo estes afetados negativamente pelo déficit hídrico na fase de floração.

Dentre os genótipos, o BRS Topázio destaca-se pela maior massa de algodão em caroço, e o BRS Rubi pelo maior acúmulo de fitomassa seca de parte aérea e fitomassa seca total, independente do estágio de desenvolvimento.

7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, É. 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.
- 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, n. 3, p. 377-384, 2006.
- AQUINO, L. A.; AQUINO, R. F. B. A.; SILVA, T. C.; SANTOS, D. F.; BERGER, P. G. Aplicação do fósforo e da irrigação na absorção e exportação de nutrientes pelo algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 355-361, 2012.
- ARAÚJO, P. W. Irrigação Fenológica em Duas Cultivares de Algodão Herbáceo. Campina Grande: UFCG, 2018. 132p. **Tese Doutorado**.
- AZEVEDO, B. M. de; BASTOS, F. G. C.; VIANA, T. V. de A.; RÊGO, J. de L.; D'ÁVILA, J. H. T. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, p.9-15, 2005.
- BAKER, N.R.; ROSENQVST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v.55, p.1607-1621, 2004.
- BARKER, R. E; FRANK, A. B.; BERDAHL, J. D. Cultivar and clonal differences for water use efficiency and yield ind four forage grasses. **Crop Science**, v.29, p.58-61, 1989.
- BALDO, R; SCALON, S. de P. Q; ROSA, Y. B. C. J; MUSSURY, M.R; BETONI, R; BARRETO, W. dos. 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, n. 4, p. 197-206, 2010.
- BELTRÃO, N. E. M.; CARVALHO, L. P. Algodão colorido no Brasil, e em particular no Nordeste e no Estado da Paraíba. Brasília: **Embrapa Algodão**, 2004. 18p (Embrapa Algodão. Documentos, 128).
- BELTRÃO, N. E. M. Fisiologia da Produção do Algodoeiro. Campina Grande: **Embrapa Algodão**, 2006. 8p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 94).
- BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P.; SOUSA JÚNIOR, S. P.; BRITO, G. G.; CARDOSO, G. D. Ecofisiologia do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.) In: BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. (Ed.). Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2011. cap. 2 p. 65-123

BELTRÃO, N. E. M.; SOUSA, J. G. Fitologia de Algodão Herbáceo- sistemática, organografia e anatomia. In BELTRÃO, N. E. M. **O Agronegócio do Algodão No Brasil**. v1, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.55-85, 1999.

BROUGHTON, K.J.; SMITH, R. A.; DUURSMA, R. A.; TAN, DK., PAYTON, P.; BANGE, M. P.; TISSUE, D.T. Warming alters the positive impact of elevated CO₂ concentration on cotton growth and physiology during soil water deficit. *Funct. Plant Biol.* **44**, p. 267–278, 2017.

BEZERRA, J. R. C.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; DIAS, J. M. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do algodoeiro BRS-200 Marron, irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 625-632, 2010.

CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. D. C. A.; BELTRÃO, N. E. de M.; DO VALE, L. S.; Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida BRS Safira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 456- 462, 2010.

CARDOSO, G. D. **Períodos de interferência de plantas daninhas em Algodoeiro cultivares BRS safira e BRS verde**. 2009. 66 f. Tese (Doutorado)- Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

CARTAXO, V.W.; GUIMARÃES, F.M.; SOARES, J.J.; BELTRÃO, N. E. de M. Potencialidades da produção de algodão pela agricultura familiar do Nordeste. Campina Grande: **Embrapa Algodão**, 2008. 30p. (Embrapa Algodão. Documentos, 202).

CARVALHO, I. R.; KORCELSKI, C.; PELISSARI, G.; HANUS, A. D.; ROSA, G. M. Demanda hídrica das culturas de interesse agrônômico. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 17, p. 969-985, 2013.

CARVALHO, L. P.; ANDRADE, F. P. de; SILVA FILHO, J. L. da. Cultivares de Algodão Colorido no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 15, p. 37-44, abr. 2011.

CARVALHO, L. P.; ARAUJO, G. P.; COSTA, J. N. **Folder ‘BRS Rubi’**. 5. ed. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2007.

CARVALHO, L. P.; ARAÚJO, G. P.; VIEIRA, R. M.; BELTRÃO, N. E. M.; COSTA, J. N. **‘Folder BRS Safira’**. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2009.

CARVALHO, L.P; SALGADO, C.C; FARIAS, F.J.C; CARNEIRO, V.Q Estabilidade e adaptabilidade de genótipos de algodão de fibra colorida quanto aos caracteres de fibra. **Ciência Rural**, v.45, p.598-605, 2015.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v.8 - Safra 2020/21, 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v.3 - Safra 2015/16, n. 12, 2016.

CORDÃO, M. A.; ARAÚJO, W. P.; PEREIRA, J. R.; ZONTA, J. H.; LIMA, R. F. de; FERREIRA, F. N. Cultivares de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico aplicado em fases fenológicas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, p. 313-321, 2018.

CORDÃO, M. A. Crescimento, Trocas Gasosas e Produção de Algodoeiro Sob Déficit Hídrico Nas Fases Fenológicas. Pombal-PB: UFCG, 2016. 52p. **Monografia**.

CORDÃO SOBRINHO, F. P.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, F. A. L.; TERCEIRO NETO, C. P. C. Crescimento e rendimento do algodoeiro BRS-200 com aplicações de cloreto de mepiquat e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.284-292, 2007.

COSTA, J. N. da; ALMEIDA, F. de A. C.; SANTANA, J. C. F. de; COSTA, I. L. L. da; WANDERELY, M. J. R.; SANTANA, J. C. da S. Técnicas de colheita, processamento e armazenamento do algodão. Campina Grande: **Embrapa Algodão**, 2005. 14 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 87).

DIAS, D. P.; MARENCO, R. A. Fotossíntese e fotoinibição em mogno e acariquara em função da luminosidade e temperatura foliar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 305-311, 2007.

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

ECHER, F. R. O algodoeiro e os estresses abióticos: temperatura, luz, água e nutrientes. Cuiabá-MT. Instituto Mato-grossense do Algodão - Imamt, 2014. 123 p.

ECHER, F. R.; CUSTÓDIO, C. C.; HOSSOMI, S.T.; DOMINATO, J. C.; MACHADO NETO, N. B. Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 638-645, 2010.

ENNAHLI, S. EARL, H. J. Physiological limitations to photosynthetic carbon assimilation in cotton under water stress. **Crop Sci**, p. 74–82, 2005.

FAVARIN, J. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCIA, A. G. Y.; VILLA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G. G. V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.769-773, 2002.

FERNANDES, P. D. Metabolismo do algodoeiro em ambientes adversos. In **V Congresso Brasileiro De Algodão**, Salvador, 2005.

FERRÃO, R. G; MOREIRA, S. O; FERRÃO, M. A. G; RIVA, E. M.; ARANTES, L. de O; COSTA, A. de F. S. da; CARVALHO, P. L.P. T. de; GALVÊAS, P. A. O. Genética e melhoramento: desenvolvimento e recomendação de cultivares com tolerância à seca para o Espírito Santo. **Incaper em Revista**, v. 6, p. 51-71, 2015.

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

FERRAZ, R. L. de S.; BELTRÃO, N. E. de M.; MELO, A. S. de; MAGALHÃES, I. D.; FERNANDES, P. D.; ROCHA, M. do S. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica de cultivares de algodoeiro herbáceo sob aplicação de silício foliar. **Ciências Agrárias**, v. 35, p. 735-748, 2014.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FLEXAS, J.; BOTA, J.; LORETO, F.; CORNIC, G.; SHARKEY, T. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. **Plant Biol.** 6, p. 269–279, 2004.

FRACASSO, A.; TRINDADE, L.; AMADUCCI, S. Drought tolerance strategies highlighted by two Sorghum bicolor races in a drydown experiment. **Journal of Plant Physiology**, v. 190, p.1-14, 2016.

FREIRE, E. C. O algodão colorido no Brasil. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, p. 36-39, 1999.

FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. **Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, p. 29-38, 2011.

GILIO, T. A. S.; ARAÚJO, D. V. DE.; KRAUSE, W.; ROSA, H. H. R.; ASCARI, J. P. Genetic divergence among cotton genotypes grown in the main season and off season. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 377-390, 2017.

GOMIDE, R. L.; ALBUQUERQUE, P. E. P. de. Agrometeorologia e otimização do uso da água na irrigação. **Informe Agropecuário**, v.29, p.72-85, 2008.

GRIMES, D. W.; CARTER, L. M. A linear rule for direct nondestructive leaf area measurements. **Agronomy Journal**, v. 3, n. 61, p. 477-479, 1969.

HUSSEIN, F.; JANAT, M.; YAKOUB, A. Assessment of yield and water use efficiency of drip-irrigated cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by deficit irrigation. **Turkish Journal of Agriculture & Forestry**, v. 35, s.n., p. 611-621, 2011.

KITAO, M.; LEI, T.; Circumvention of over-excitation of PSII by maintaining electron transport rate in leaves of four cotton genotypes developed under long-term drought. **Plant Biol.** 9, p. 69–76, 2007.

KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 339-347, 2005.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, 2006

LIMA, G. S. ; DIAS, A. S. ; Soares, L.A.A. ; GHEYI, H. R. ; NOBRE, R. G. ; SILVA, A. A. R. . Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista De Ciências Agrárias (LISBOA)**, v. 43, p. 214-225, 2019.

LIMA, J. C. R. de. Crescimento e desenvolvimento do gergelim BRS Seda irrigado com níveis de água residuária e de abastecimento. Campina Grande, UEPB, 2011. 61p. **Dissertação Mestrado.**

LI, X.; SMITH, R.A.; CHOAT, B.; TISSUE, D. T. Drought resistance of cotton (*Gossypium hirsutum*) is promoted by early stomatal closure and leaf shedding. *Funct. Plant Biol.* **47**, p. 91–98, 2019.

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

MELO, A. S. de; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; Suassuna, A.F. & Aguiar Netto, A. de O. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. *Acta Scientiarum. Agronomy*, vol. 32, n. 1, p. 73-79, 2010.

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. *Rev.bras.ol.Fibros*, v.10, p1039-1072, 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. 302p. **Tese Doutorado.**

NASCIENTO, A. K. S. do. Tolerancia do Genótipos de Citros ao Estresse Hídrico na Fase de Porta-Enxerto. Campina Grande, UFCG, 2010. 71p. **Dissertação de Mestrado.**

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

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.

OBIDIEGWU, J. E.; BRYAN, G. J.; JONES, H. G.; PRASHAR, A. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Frontiers in Plant Science*, v. 6, p. 1–23, 2015.

OLIVEIRA, F. A. et al. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. *Revista Ciência Agronômica, Fortaleza*, v. 43, p. 279-287, 2012.

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

QUICK, W.; CHAVES, M.; WENDLER, R.; DAVID, M.; RODRIGUES, M, PASSAHARINHO J. S.; PEREIRA, M. D.; ADCOCK, R. C.; LEEGOOD, M. The effect of

water stress on photosynthetic carbon metabolism in four species grown under field conditions. **Plant Cell Environ**, p. 25–35, 2006.

REIS, F. O.; CAMPOSTRINI, E. Microaspersão de água sobre a copa: um estudo relacionado às trocas gasosas e à eficiência fotoquímica em plantas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, vol. 17, n. 1, p. 284-295, 2011.

RODRIGUES, J. D.; SILVA, C. R. C.; PEREIRA, R. F.; RAMOS, J. P. C.; MELO FILHO, P. A.; CAVALCANTI, J. J. V.; SANTOS, R. C. Characterization of water-stress tolerant cotton cultivars based on plant growth and in activity of antioxidant enzymes. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 3763-3770, 2016.

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

SANTOS, R. F.; KOURI, J.; SANTOS, J. W. O agronegócio do algodão. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.). **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. v. 1 Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**. cap. 2, p. 31-60, 2008.

SEKMEN, A. H.; OZGUR, R.; UZILDAY, B.; TURKAN, I. Reactive oxygen species scavenging capacities of cotton (*Gossypium hirsutum*) cultivars under combined drought and heat induced oxidative stress. **Environ. Exp. Bot.** **99**, p.141–149, 2014

SOARES, L. A. DOS A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S. DE; SUASSUNA, J. F.; PEREIRA, R. F. Gas exchanges and production of colored cotton irrigated with salinewater at different phenological stages. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, p. 239-248, 2018.

SOUSA, L. B. de. O Algodoeiro: Alguns Aspectos Importantes Da Cultura. **Revista Verde**, v. 5, p. 19-26, 2010

TAIZ, L.; ZEIGER, E; MOLLER, I. M.; MURPH, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

VIDAL NETO, F. C.; ANDRADE, F. P.; SILVA FILHO, J. L.; CARVALHO, L. P. **BRS Topázio**. 2010. Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 27 fev. 2021.

VIDAL NETO, F. C.; FREIRE, E. C. Melhoramento genético do algodoeiro. In: NETO, F. C. V.; CAVALCANTI, J. J. V. **Melhoramento genético de plantas no Nordeste**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. cap. 3, p. 49-83.

WANG, R.; JI, S.; ZHANG, P.; MENG, Y.; WANG, Y.; CHEN, B.; ZHOU, Z. Drought effects on cotton yield and fiber quality on different fruiting branches. **Crop Sci.** **56**, p.1265–1276, 2016.

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

ZONTA, J. H.; BRANDÃO, Z. N.; RODRIGUES, J. I. S.; SOFIATTI, V. Cotton response to water deficits at different growth stages. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 98, 2017.