



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

KAROLINE MARIA MENDES DIAS

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DO DÉFICIT HÍDRICO NAS FASES
FENOLÓGICAS DE GENÓTIPOS DE ALGODÃO COLORIDO**

POMBAL-PB
2021

KAROLINE MARIA MENDES DIAS

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DO DÉFICIT HÍDRICO NAS FASES
FENOLÓGICAS DE GENÓTIPOS DE ALGODÃO COLORIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso a ser apresentado a Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito básico para conclusão do curso de Bacharelado em Agronomia.

Orientadora: Dr^a. Lauriane Almeida dos Anjos Soares

| | |
|-------|---|
| D541e | Dias, Karoline Maria Mendes. |
| | Estratégias de manejo do déficit hídrico nas fases fenológicas de genótipos de algodão colorido. / Karoline Maria Mendes Dias. - Pombal, 2021. |
| | 55 f. : il. color. |
| | Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021. |
| | "Orientação: Prof. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares." |
| | Referências. |
| | 1. Algodão. 2. Algodão colorido. 3. Algodão - manejo. 4. Algodão colorido - déficit hídrico. 5. <i>Gossypium hirsutum</i> L. I. Soares, Lauriane Almeida dos Anjos. II. Título. |
| | CDU 633.511(043) |

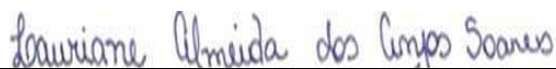
KAROLINE MARIA MENDES DIAS

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DO DÉFICIT HÍDRICO NAS FASES FENOLÓGICAS
DE GENÓTIPOS DE ALGODÃO COLORIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de
Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade
Federal de Campina Grande, para obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA:



Orientador - Prof. D. Sc. Lauriane Almeida dos Anjos Soares
(Universidade Federal de Campina Grande- CCTA/UAGRA)



Membro interno – Prof^o D.Sc. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga
(Universidade Federal de Campina Grande- CCTA-UAGRA)



Membro externo – M. Sc. Luana Lucas de Sá Almeida Veloso
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

DEDICO

Dedico de forma muito especial a minha mãe, Railda Dias da Silva Mendes, a meu irmão Francisco Jonas Mendes, a meu pai João Pereira Mendes, e meu padrasto, Sebastião Matias da Silva, pelo apoio durante a minha formação.

OFEREÇO

Ofereço aos meus avós, Antônia Freire da Silva e José Dias Filho, e aos meus sobrinhos Thomaz Aquiles, Theo Arthur e Mariana Lins por serem meu refúgio nos momentos de inquietude. Ofereço a Tia Alcina (*In Memoriam*).

Eu não tenho ídolos. Eu admiro trabalho, dedicação e competência.

Ayrton Senna da Silva

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Senhor, nosso Deus, pela dádiva da vida, por me sustentar nos momentos de aflição e por acalmar minha alma nos momentos de angústia.

Agradeço a minha mãe, por ser, as minhas mãos enquanto eu tateava o escuro e minha avó, por toda preocupação, pelo apoio, por todas as orações e todas as velas acesas em meu nome. A meu irmão Jonas por toda força e meus sobrinhos por todo amor e carinho.

A Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus Pombal, pela oportunidade da formação e contato com os excelentes profissionais. Agradeço aos meus professores que se fizeram presentes durante a graduação. Agradeço de forma especial a minha orientadora Lauriane Almeida dos Anjos Soares, pela oportunidade de fazer parte de sua equipe de pesquisa, por toda paciência e ensinamentos durante esses anos.

Agradeço a todos da *Família Dias* que estavam dispostos e presentes no meu dia-a-dia, me apoiando de todas as formas possíveis, pelos momentos de distrações e pela felicidade a cada conquista minha realizada.

Agradeço a minha turma por todo o companheirismo durante esses anos, por todo aprendizado trocado, toda ajuda, nos fazendo profissionais melhores. Agradeço em especial as Graças: Andréia e Patrícia pelo trio pesadão; Pablo e Idelvan pela paciência e pela construção da grande amizade.

Agradeço a Maria (Mikaele Fernandes) por ser uma deusa, uma louca e uma feiticeira na minha vida, por ser presente nas horas mais difíceis, além de amiga, minha companheira durante esses anos, minha dupla em todos os momentos. A Evinaldo por ser meu braço direito e esquerdo em Pombal, e Katuscia além de personal minha amiga e psicóloga. A todos meus amigos de Pombal, dos que vieram e foram durante a graduação (Mariana, Segundo, Arthur, Matheus, Priscila, Jeferson, Sávio, Lucas, Vany, Gleyton, Iago, Caio, Raul, Heduarda, Gilvan).

Agradeço a toda equipe que faz parte do Laboratório de Hidráulica e Irrigação, por toda ajuda nos trabalhos executados (Luderlândio, Geovani, Wesley, Sabrina, Charles, Cassiano, Valeska, Italo). A Hemile e Kelder pelo companheirismo na pesquisa e em especial a Saulo Soares e Romulo Carantino pela amizade, apoio, pelo incentivo, pelas hospedagens e por todos os momentos de risadas.

Agradeço aos meus amigos pelo ânimo mesmo à distância (Daniel, Ivan, Lenilson, Levi, Ikaro, Hian, Wesley (*in memória*), Sofia, Santhiago, Cristiano e Felipe). Em especial Andressa e Luciana por serem meu apoio, sustento, arrimo, um eixo.

LISTA DE TABELAS

| | Pág. |
|--|------|
| Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos..... | 28 |
| Tabela 2 Resumo da análise de variância para condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$] em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 75 dias após a semeadura..... | 32 |
| Tabela 3 Resumo da análise de variância para os teores de clorofila a (Cla), Clorofila b (C1b), clorofila total (CIT) e carotenoides (Car) em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 118 dias após a semeadura..... | 37 |
| Tabela 4. Resumo da análise de variância para massa do algodão em pluma (MAP), número de sementes totais (NSEMT) e massa das sementes (MSEM) em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 130 dias após a semeadura..... | 40 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1. Dados climáticos de temperatura máxima e mínima (°C), precipitação e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento. CCTA/UFCG, Pombal – PB, de setembro de 2019 a março de 2020..... | 26 |
| Figura 2. Disposição dos lisímetros na área experimental..... | 28 |
| Figura 3. Análise da massa de algodão em pluma - MAP, massa semente total - MSEM e número de semente por planta - NSEMT..... | 31 |
| Figura 4. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo da irrigação sob os valores médios observados para a condutância estomática (gs) do algodoeiro aos 75 dias após a semeadura..... | 33 |
| Figura 5. Teste de médias dos valores médios observados para transpiração foliar (E) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo da irrigação do déficit hídrico aos 75 dias após a semeadura..... | 34 |
| Figura 6. Teste de médias referente ao Desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo da irrigação sob os valores médios observados para taxa de assimilação de CO ₂ (A) (A, B e C) e concentração interna de CO ₂ (Ci) (D, E e F) do algodoeiro aos 75 dias após a semeadura..... | 35 |
| Figura 7. Teste de médias referente ao Desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo da irrigação sob os valores médios observados para eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) do algodoeiro aos 75 dias após a semeadura..... | 37 |
| Figura 8. Teste de médias para valores médios observados da clorofila a (Cla) (A) e clorofila totais (CIT) (B) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo da irrigação aos 118 dias após a semeadura..... | 38 |

| | |
|--|----|
| Figura 9. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre estratégias de manejo da irrigação e genótipos do algodoeiro para o teor de carotenoides (Car) (A, B e C) aos 118 dias após a semeadura..... | 39 |
| Figura 10. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo da irrigação para massa de algodão em pluma (MAP) do algodoeiro aos 130 dias após semeadura..... | 41 |
| Figura 11. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre estratégias de manejo de irrigação e genótipos do algodoeiro para número de sementes total – NSEMT e massa de sementes – MSEM do algodoeiro aos 130 dias após a semeadura..... | 42 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-------------|
| LISTA DE TABELAS | ix |
| LISTA DE FIGURAS | x |
| RESUMO | xiii |
| ABSTRATC | xiv |
| 2. OBJETIVOS | 16 |
| 2.1 Geral..... | 16 |
| 2.2 Específicos | 16 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 17 |
| 3.1 Aspectos gerais da cultura do algodoeiro..... | 17 |
| 3.2 Disponibilidade de água em regiões semiáridas..... | 19 |
| 3.3 Efeitos do déficit hídrico sob as plantas..... | 20 |
| 3.4 Tolerância das plantas ao déficit hídrico..... | 22 |
| 3.5 Estratégias de manejo do déficit hídrico | 22 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 26 |
| 4.1. Localização do experimento..... | 26 |
| 4.2. Delineamento experimental e tratamentos | 26 |
| 4.3. Instalação e condução do experimento..... | 27 |
| 4.3.1. Tratos culturais e fitossanitários..... | 29 |
| 4.3.2. Manejo da irrigação..... | 29 |
| 4.4. Variáveis analisadas | 29 |
| 4.5. Análise estatística..... | 31 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 32 |
| 6. CONCLUSÕES | 44 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 45 |

DIAS, K. M. M. **Estratégias de manejo do déficit hídrico nas fases fenológicas de genótipos de algodoeiro colorido**. 2021. 55f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

RESUMO

A cultura do algodoeiro é uma das mais importantes no mundo e no Brasil, destacando-se por possuir fibras de alta aplicabilidade na indústria, e como também uma cultura de elevado alto grau de necessidade de mão-de-obra. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos do déficit hídrico em genótipos de algodão colorido em diferentes fases fenológicas da planta. a fisiologia, pigmentos fotossintéticos e a produção de genótipos de algodoeiro de pluma colorida colorido sob déficit hídrico em diferentes fases fenológicas durante os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, em condições de déficit hídrico. As plantas foram conduzidas em lisímetros sob condições de campo, na Universidade Federal de Campina Grande, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, *Campus* Pombal – PB. pertencente à Universidade Federal de Campina Grande. O experimento foi realizado no um delineamento em blocos casualizados ao acaso em esquema fatorial 3 x 7, correspondendo a combinação de sendo três genótipos de algodão de fibra colorida com sete (BRS ‘Rubi’, BRS ‘Topázio’ e BRS ‘Safira’) sob diferentes estratégias do déficit hídrico em diferentes fases fenológicas da cultura. As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos (lisímetros de drenagem), espaçados de 1,2 x 1,0 m, preenchidos com a utilização de solo Neossolo Regolítico Eutrófico, de textura franco-arenosa. A fisiologia do algodoeiro colorido teve maior sensibilidade ao déficit hídrico nas fases fenológicas vegetativa de forma isolada e sucessivamente nas fases vegetativa/floração e vegetativa/frutificação. Os pigmentos do genótipo BRS Topázio se destacou entre os demais genótipos estudados. Enquanto para a massa do algodão em pluma diminuiu com o déficit hídrico aplicado nas fases de floração, e combinação vegetativa/floração e floração/frutificação, porém teve maior produção quando o déficit hídrico foi imposto na fase de frutificação para os genótipos BRS Topázio e BRS Safira. O déficit hídrico reduziu o número de sementes e a massa de sementes total dos genótipos BRS Rubi para todas as fases fenológicas, entretanto, o BRS Topázio e o BRS Safira se mostram mais tolerantes ao déficit hídrico.

Palavras-chaves: *Gossypium hirsutum* L.; tolerância; déficit hídrico; estádios de desenvolvimento.

DIAS, K. M. M. **Water deficit management strategies in the phenological phases of colored cotton genotypes.** 2021. 55f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Agri-Food Science and Technology. Pombal, PB.

ABSTRATC

The cotton culture is one of the most important in the world and in Brazil, standing out for having fibers of high applicability in the industry, as well as a culture with a high degree of need for manpower. Thus, the aim of this work was to evaluate the effects of water deficit in colored cotton genotypes in different phenological phases of the plant. physiology, photosynthetic pigments and the production of colored cotton feather genotypes under water deficit in different phenological phases during the different stages of plant development, under water deficit conditions. The plants were conducted in lysimeters under field conditions, at the Federal University of Campina Grande, at the Center for Science and Agri-food Technology, Campus Pombal - PB. belonging to the Federal University of Campina Grande. The experiment was carried out in a randomized block design in a 3 x 7 factorial scheme, corresponding to the combination of three colored fiber cotton genotypes with seven (BRS 'Rubi', BRS 'Topázio' and BRS 'Safira') under different water deficit strategies at different phenological stages of the crop. The plants were grown in plastic containers (drainage lysimeters), spaced 1.2 x 1.0 m, filled with the use of Neutrol Regolitic Eutrophic, with a sandy-loam texture. The physiology of colored cotton was more sensitive to water deficit in the vegetative phenological phases in isolation and successively in the vegetative / flowering and vegetative / fruiting phases. The pigments of the BRS Topázio genotype stood out among the other studied genotypes. While for the plume cotton mass it decreased with the water deficit applied in the flowering phases, and vegetative / flowering and flowering / fruiting combination, however it had greater production when the water deficit was imposed in the fruiting phase for the BRS Topázio and BRS genotypes Sapphire. The water deficit reduced the number of seeds and the total seed mass of the BRS Rubi genotypes for all phenological phases, however, BRS Topázio and BRS Safira are more tolerant to water deficit.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L.; tolerance; water deficit; development stages.

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das culturas mais importantes no mundo, devido principalmente pelo uso da sua fibra, aproximadamente 60 países em regiões subtropicais e tropicais produzem o algodão (DHIVYA et al., 2014). O Brasil hoje disponibiliza no mercado uma fibra de mais alta qualidade, possuindo uma área de aproximadamente 1,6 milhões de hectares cultivados, encontrando-se assim na posição de quinto maior produtor mundial (CONAB, 2019).

O Brasil destaca-se com uma produção de 7.089.939 toneladas, sendo a região nordeste responsável por 23,29% (1.651.597 toneladas) da produção nacional, em que a Paraíba produz um total de 3.596 toneladas de algodão herbáceo (IBGE, 2020), onde é cultivada em sua maioria em sequeiro, ou seja, dependendo das chuvas que são irregulares, com períodos prolongados de estiagem, e chuvas concentradas em poucos meses durante o ano, limitando o desenvolvimento e a produção da cultura nessa região (FREIRE et al., 2014).

O déficit hídrico é um dos mais importantes fatores que interferem na produtividade agrícola (MOZDEZEN et al., 2015). Além de reduzir a produtividade, fisiologicamente afeta os processos que envolvem as trocas gasosas, tais como a condutância estomática, transpiração, potencial hídrico, osmótico, resultando em estresse oxidativo nas células das plantas, com aumento na produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) (JIMÉNEZ et al., 2013; ALVES et al., 2018). Macêdo et al. (2019) estudando as mudanças no metabolismo osmorregulatório de genótipos de algodão durante o déficit hídrico chegou a conclusão que reposição hídrica durante o período de recuperação permitiu a retomada do crescimento na maioria dos genótipos.

Todavia, as plantas podem desenvolver mecanismos adaptativos ao meio que está inserida, através de ajustes fisiológicos. Neste sentido, diversos genótipos de algodoeiro vêm apresentando ser capazes de se adaptar a ambientes semiáridos (VASCONCELOS et al., 2018). Com isso a importância de estudos visando à identificação das fases fenológicas em que a cultura é mais tolerante ou sensível ao déficit hídrico, considerando o lançamento de novos materiais genéticos, por sua importância para a adoção de estratégias agronômicas adequadas para a produção agrícola em condições de déficit hídrico.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a fisiologia e a produção de genótipos de algodoeiro de pluma colorida ao déficit hídrico, variando as fases fenológicas das plantas, além da recuperação das plantas na fase fenológica seguinte à aplicação do estresse hídrico.

2.2 Específicos

Desenvolver estratégias de manejo com déficit hídrico na irrigação nas fases fenológicas do algodoeiro;

Identificar a fase de desenvolvimento em que os genótipos das espécies de algodoeiro são mais tolerantes ou sensíveis ao déficit hídrico;

Registrar as alterações nas relações hídricas, fisiologia e produção do algodoeiro sob déficit hídrico nas diferentes fases fenológicas das plantas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais da cultura do algodoeiro

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma espécie de origem tropical, tendo o centro de origem entre o México e América Central, sendo cultivado atualmente em diversos países do mundo. Essa cultura se desenvolve adequadamente, especialmente em regiões de clima com temperaturas elevadas, é uma espécie dicotiledônea da família *Malvaceae* e do gênero *Gossypium*, as espécies são diploides que se diferenciam a cerca de 5 a 10 milhões anos atrás (FAO, 2016).

O algodoeiro possui crescimento indeterminado e pode apresentar ciclo de vida ou biológico ser anual ou perene. Essa espécie apresenta uma característica distribuída em toda planta que são pequenas gotas de gossipol, que se trata de um pigmento presente na semente, que é considerado como antinutricional para animais, pois o caroço do algodão quando consumidos pelos mesmos pode causar problemas de intoxicação (MOREIRA et al., 2006).

Com caule ereto, cilíndrico, sublenhoso, altura entre 0,80 a 2,50 m apresenta dois tipos de ramos: os vegetativos, que também são chamados de basais (monopodiais), os quais eles surgem até o 5° nó do ramo principal e apresentam crescimento vertical, e os ramos reprodutivos que podem surgir tanto do ramo principal quanto dos ramos vegetativos (SOUSA, 2010).

O algodoeiro herbáceo tem metabolismo fotossintético do tipo C3, com elevada taxa de fotorrespiração, superior a 40% da fotossíntese bruta, dependendo do ambiente, em especial luminosidade e temperatura que, quanto maiores mais a planta do algodão fotorrespira, desassimilando o carbono e, assim, reduzindo a fotossíntese líquida; apresenta taxa de produção de matéria seca ou taxa de crescimento da cultura baixa, menos que 15 g/m² /dia, contra mais de 40 g/m² /dia das plantas de metabolismo C4 (BELTRÃO, 2006). Em relação, à forma fisiológica, trata-se de uma planta que devido aos ajustes fisiológicos como a capacidade de crescimento e plasticidade radicular, destaca-se pelas extensas adaptações a condições, como uma baixa disponibilidade hídrica (AQUINO et al., 2012).

A planta do algodoeiro dependendo do genótipo começa sua floração entre 45 a 56 dias, com estrutura floral de três a quatro brácteas, ou seja, folhas diferenciadas que possui a função de proteger o botão. São do tipo monoicas, com uma coloração creme, com incontáveis anteras que envolvem o estigma, do tipo hermafrodita e axilar (LIMA et al.,

2014). O ovário é multiovular, incluindo de três a cinco lóculos, cada um contendo de 20 a 40 óvulos, que darão futuramente origem as sementes. O botão floral aparece a partir do meristema floral e cresce até cerca de 2 cm aproximadamente, a partir do qual a flor emerge. Dependendo do clima a fertilização acontece em um período entre 24 e 48 h, depois de fertilizada a flor muda de cor para uma coloração arroxeada, iniciando-se a formação da maçã, que é o fruto do algodoeiro (PEREIRA, 2017).

Durante o enchimento do fruto o ambiente é o principal fator que determina diversas características intrínsecas fundamentais. Estudos relatam que baixas temperaturas podem estar associada diretamente à qualidade da fibra, especialmente no processo de deposição de celulose, ocasionando à redução e maturidade, medida através da redução do índice micronaire (LOKHANDE et al., 2014).

Em 2019, a área mundial de plantio de algodão ultrapassou os 33 milhões de hectares, sendo os países de maior produção, a Índia, China, Estados Unidos e Paquistão (USDA, 2019). O Brasil é um dos principais exportadores e produtores da fibra, ocupando o quinto lugar em produção, sendo a maior parte produzida nos estados da Bahia e Mato Grosso, com rendimentos de fibra de algodão de 1.800 e 1.662 kg ha⁻¹ em 2018/2019 safra, respectivamente, fazendo o país atingir uma média de rendimento de 1.717 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020).

A pluma do algodão é o material mais rico de fibra sendo o principal material da indústria têxtil. Além do uso da fibra, a semente é usada para a extração de óleo, como também a torta de semente é fornecida como ração animal. O gênero *Gossypium* compreende mais de 50 espécies; entre eles quatro espécies são amplamente cultivadas para objetivos comerciais (JUTURU, 2015). Além do amplo valor econômico, o algodão também apresenta uma grande importância social, devido à quantidade de empregos gerados diretamente ou indiretamente (CARVALHO et al., 2010).

A fim de oferecer alternativas de cultivo do algodoeiro para os produtores da região Nordeste, a Embrapa desenvolveu o programa de melhoramento de algodão colorido, quando no ano de 2002 lançou a cultivar de algodão colorido, BRS 200, de fibras com coloração marrom claro. Logo a empresa lançou mais cinco com tonalidades que vão de verde claro ao avermelhado, utilizando materiais genéticos de fibra naturalmente colorida com origem na América Antiga (CARVALHO et al., 2011).

O algodão naturalmente colorido tem origem na América antiga, no entanto, pouco se trabalhou no melhoramento genético do algodão colorido até a metade do século 20. Em

meados de 1996 após alguns ciclos de seleção surgiu as cultivares que vinham ser a BRS Rubi e BRS Safira, que foram lançadas em 2005. A cultivar BRS Rubi apresenta características gerais e de fibra como rendimento (kg/ha) 1.871, porcentagem de fibra 35,6; comprimento (UHM) 25,4; resistência (gf/tex) 24,5; finura (micronaire) 3,7; uniformidade (%) 81. Enquanto que a BRS Safira apresenta rendimento (kg/ha) 1.568; porcentagem de fibra 36,6; comprimento (UHM) 24,0; resistência (gf/tex) 24,2; finura (micronaire) 3,9; uniformidade (%) 80 (CARVALHO et al., 2011).

A BRS Topázio foi lançada em 2010 após a seleção genealógica em uma população derivada do cruzamento entre as cultivares Suregrow 31 e Delta Opal, esta é a cultivar de algodão colorido que reúne as melhores características de fibra, entre as demais coloridas já lançadas até o momento como altura da planta (cm) 116; rendimento (kg/ha) 2825; porcentagem de fibra 43,5; peso de capulho (g) 5,6; comprimento (UHM) 30,4; finura (micronaire) 4,2; resistência (gf/tex) 31,9; uniformidade (%) 85,2; teor de óleo (%) 24,5 (CARVALHO et al., 2011).

O algodoeiro de fibra naturalmente colorida possui um hábito de crescimento indeterminado, isto significa que seu crescimento vegetativo é designado por surgimento de gemas reprodutivas, florescimento, como isso crescimento e maturação de frutos ocorrem simultaneamente (ALVES et al., 2017).

3.2 Disponibilidade de água em regiões semiáridas

Cerca de um terço da área cultivada do mundo martiriza-se permanente com o inapropriado fornecimento de água (MASSACCI et al., 2008), incluindo-se a região semiárida do Brasil que sofre com as secas recorrentes, devido ao balanço hídrico desfavorável entre as precipitações e taxas de evapotranspiração dessa região, com chuvas concentradas em poucos meses, e altas temperaturas. A região semiárida brasileira é caracterizada por uma precipitação média de 750 mm ao ano, apesar de que em alguns lugares a média registrada para essa variável a precipitação média não ultrapasse os 400 mm, temperatura média variando entre 23 a 27°C anualmente, alta insolação, evaporação maior que 2000 mm por ano e umidade relativa do ar média por volta de 50%. (MONTENEGRO et al., 2012).

A região nordeste do Brasil configura-se por enfrentar frequentes períodos de seca e com isso, se faz necessário o uso de irrigação completa ou de salvamento como uma das estratégias para a produção de algumas culturas, inclusive o algodão. Contudo, por conta da

falta de estratégias para armazenamento de água e oscilações climáticas, mesmo em trechos irrigados, podem acontecer situações desfavoráveis quanto ao uso da água, sendo necessário que o agricultor cesse a irrigação por um tempo, ou forneça uma quantidade menor de água requerida pela planta afim de não parar a irrigação por completo (ARAÚJO, 2018).

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

Considerando a importância da água para a região, aumenta as discussões dos fatores ambientais envolvidos em todo o processo produtivo na agricultura, questionando-se a respeito do sistema adotado, principalmente em relação o uso de água (BELTRÃO et al., 2011). Esta circunstancia de duvidas em relação à disponibilidade de água ocasiona uma insegurança quando necessária uma decisão de políticas de desenvolvimento agropecuário para a região, fazendo-se necessárias medidas de planejamento e estudo dos recursos hídricos acessíveis, a fim de atender a demanda da população para uso na agricultura (BRITO et al., 2017).

3.3 Efeitos do déficit hídrico sob as plantas

Em áreas semiáridas, o estresse abiótico mais crítico e comum que atinge as culturas é o déficit hídrico (FAROOQ et al., 2009); entretanto, seu efeito pode variar de acordo com a cultivar, espécie, fatores edáficos, tempo de exposição ao estresse (NASCIMENTO et al., 2011) e fase fenológica das culturas durante as quais ocorre o déficit hídrico (ABDOULKARIM et al., 2018).

Quando as plantas estão sob condições de estresse hídrico, a reação das plantas primeiramente é o fechamento estomático, reduzindo por consequência a transpiração, diminuição do transporte de assimilados, da fotossíntese e divisão e expansão celular. Como resultado acontece à redução do crescimento, da respiração, condutância estomática, como

também outros fatores fisiológicos associados (FERRARI et al., 2015). As plantas quando expostas ao déficit hídrico sofrem alterações nos processos bioquímicos, como a danificação da clorofila (ZHOU et al., 2014), diminuição na abertura estomática e dióxido de carbono (CO₂) assimilação (TARIQ et al., 2018).

As plantas respondem ao estresse hídrico de várias maneiras entre elas mudanças em um curto prazo, como por exemplo, as respostas fisiológicas que estão ligadas à regulação osmótica, adaptações às condições de estresse por meio de mecanismos e mudanças na anatomia e adaptando-se à água disponível, decorrente do ajuste de potencial osmótico e alterações. A fotossíntese pode ser atingida fortemente chegando a ser inibida ou paralisada completamente conforme o nível de estresse aumente (AKINCI, 2012).

Em níveis celulares, o provimento de água em níveis mais baixos que o necessitado muda o funcionamento dos protoplastos das paredes celulares, resultando em uma redução do turgor o que prejudica o crescimento celular. (TAIZ et al., 2017). Como o crescimento é controlado pela divisão celular, posteriormente pela sua expansão, uma quantidade de água que não seja suficiente, mantendo as células em zona de crescimento sem turgidez, ou seja, flácidas, diminui o coeficiente de expansão celular, resultando no impedimento do desenvolvimento das plantas (BELTRÃO et al., 2011).

Na cultura do algodoeiro, o déficit hídrico no pré-florescimento pode diminuir a produtividade pela menor área foliar e um déficit mais rigoroso diminuirá a produção das posições frutíferas. A deficiência de água prejudicará principalmente a produção de botões florais antes do florescimento, pois a planta necessita estabelecer um dossel para ter um potencial produtivo elevado (YEATES, 2014). Kuial et al., (2015) comentam que o déficit hídrico no algodoeiro pode ocasionar diversos processos na planta, entre eles a redução a capacitação de luz, o que resulta na redução da fotossíntese, mudanças na condutância estomática e na fotorrespiração, provocando a diminuição do capulho.

Araújo (2018) estudando o déficit hídrico nas fases fenológicas do algodão notou que as trocas gasosas do algodoeiro foram mais sensíveis à deficiência hídrica na fase de formação das maçãs e menos afetada nas fases de crescimento inicial e botão floral. A ocorrência de déficit hídrico durante as fases de surgimento de flores e maçãs foram as mais prejudiciais aos componentes da produção.

3.4 Tolerância das plantas ao déficit hídrico

Os mecanismos de tolerância das plantas submetidas ao estresse hídrico estão ligados a dois grupos de genes, onde o primeiro grupo é formado por genes codificam proteínas que sua principal função é defender as células dos efeitos do estresse hídrico, já o segundo são encarregados no desenvolvimento de proteínas que regulam a transdução do sinal do estresse (REIS et al., 2012).

Segundo Azerêdo et al. (2016) cada espécie vegetal possui estratégias características próprias para adaptabilidade e tolerância ao estresse hídrico. Essa estratégia depende da eficiência do seu maquinário hidráulico em levar água do solo para atmosfera por meio dos estômatos, onde a força que direciona a água contra as resistências naturais da planta (cutícula hidráulica, estômatos, caule e raízes) é o gradiente de potencial hídrico (BLUM, 2011).

A tolerância ao déficit hídrico é considerada um fenômeno complexo, que é diretamente ligado por características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, como também por interações (SAHEBI et al., 2018). Essas estratégias de defesa são parcialmente divididas em três: escape da seca, que é quando a planta diminui seu ciclo, impulsionando sementes logo no começo do déficit; antecipação da seca, onde a planta fecha os estômatos reduzindo a fotossíntese, ocorre o maior investimento nas raízes; tolerância à seca, que são os ajustes metabólicos, acúmulo de proteínas de proteção da planta (OSMOLOVSKAYA et al 2018). Além disso, as plantas acumulam moléculas osmorreguladoras, como prolina e aminoácidos, que diminuem o potencial osmótico celular, o que preserva a absorção de água e a pressão de turgor celular (FANG et al., 2015).

As plantas expostas ao estresse hídrico tendem a conter a desidratação, ou seja, a absorção de água pelas raízes com a perda pelas folhas, isso pode ocasionar a diminuição da área foliar, contudo aumenta a absorção de água pelas raízes (MORADI, 2016). Essas plantas, que se desenvolvem em condições de estresse devem possuir a habilidades de amplificar seu sistema radicular logo depois que a germinação aconteça, a fim de garantir um fornecimento de água contínuo durante seu desenvolvimento (AL-KARAKI et al., 2007).

3.5 Estratégias de manejo do déficit hídrico

Devido ao aumento da demanda mundial por alimentos, e o potencial de expansão das áreas agrícolas chegando ao fim, é prescindível a busca por novas práticas de manejo de

irrigação que possam favorecer com a ampliação da produtividade das áreas agrícolas já existentes, além disso, essas práticas de manejo de irrigação podem reduzir a utilização de água e energia, reduzindo os custos de produção devido a menor utilização de recursos (GAVA et al., 2015).

A adoção dessas novas práticas de manejo da irrigação é essencial para regiões áridas e semiáridas, isso porque conforme Al-Harbi et al (2018), a restrição da disponibilidade hídrica é um fator limitante para a produtividade das culturas nessas regiões. Isso se dá pelo fato dessas regiões apresentarem má distribuição espacial e temporal de chuvas e baixo índices de precipitação, fazendo com que o manejo da irrigação deve ser preciso, e, portanto, a utilização de estratégias de irrigação que favoreça possibilita rendimentos viáveis e boa produtividade das plantas com menor quantidade de água pode ser uma alternativa para a agricultura (COTRIM et al., 2017).

O surgimento da irrigação incompleta vem como uma estratégia para exercer com as necessidades, onde em locais de semiárido são adotadas lâminas de água menor que a exigida pela cultura, para atender a evapotranspiração da cultura (ET_c), assim, controla-se o nível de estresse em que a cultura pode ser submetida e que apresente um menor impacto no rendimento final da cultura (LIMA et al., 2012). Apesar dos custos de irrigação e fornecimento limitados de água restringir a eficiência da irrigação em todo o mundo, o aperfeiçoamento da tecnologia de irrigação tem ajudado a diminuir a diferença entre o rendimento potencial e o real (LOKA et al., 2012).

Dentre essas técnicas, podemos destacar a técnica de irrigação com déficit controlado (Regulated Deficit Irrigation – RDI) (SANTOS et al., 2015; SANTOS et al., 2013; SAMPAIO et al., 2010), a qual compreende a diminuição da lâmina de irrigação a ser aplicada nas fases fenológicas que a cultura apresenta menor sensibilidade ao déficit hídrico, a qual pode não causar decréscimo na produtividade das plantas, podendo também aumentar a eficiência de uso da água (COTRIM et al., 2017).

Nesse intuito, vários pesquisadores têm utilizado estratégias de manejo do déficit hídrico para o cultivo de diversas culturas. Sampaio (2010), trabalhando com irrigação com déficit hídrico e eficiência do uso da água em lima ácida ‘Tahiti’ no semiárido baiano, verificou que a produção não foi afetada com déficit de 25% sendo uma alternativa viável para o aumento da eficiência do uso da água no pomar, e dependendo do custo/escassez da água, um déficit hídrico de 50% pode ser adotado, esperando-se redução de 30% na produtividade. Silva et al (2013) avaliando as trocas gasosas em plantas de girassol

submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos, verificou que a cultura pode ser irrigada com 50% da ETo, durante todo o ciclo sem danos no processo fotossintético.

Foday et al (2012) verificaram em estudo realizado em ambiente protegido na China, que a adoção da estratégia de irrigação parcial de raízes e do déficit de irrigação nas diferentes fases fenológicas da cultura da pimenteira podem promover a economia de água em até 40%. Marinho et al (2016), trabalhando com déficit hídrico nas fases vegetativa e de floração da pimenta ‘Tabasco’ em ambiente protegido, verificou que o déficit de irrigação influenciou a produtividade da pimenta e o mesmo não foi observado para a qualidade física da pimenta, além disso, a eficiência do uso da água da pimenta Tabasco não foi influenciada pelo déficit, entretanto, o déficit hídrico inicializado na fase de floração permitiu economia de água de até 50,1% de água no ciclo de 208 dias após transplantio.

Cotrim et al (2017), trabalhando com mangueira ‘Tommy Atkins’, aplicou o déficit durante as fases de desenvolvimento do fruto, e verificou que a produtividade, número de frutos por planta e tamanho do fruto não diferiram entre os tratamentos, o que possibilita redução do uso de água na irrigação da cultura sem perdas significativas de produtividade e qualidade do fruto. Gomes (2019) verificou que o déficit hídrico induz a produção de panículas em mangueiras cv. Kent e contribui com o aumento da produtividade da cultura, e o déficit hídrico baseado em 60% da ETc, é o indicado para a mangueira ‘Kent’ nas condições estudadas, por favorecer o aumento da produtividade e melhorar a EUA.

Gava et al (2015) trabalhando com soja, verificaram que o déficit resultou em perdas significativas de produtividade quando aplicado na fase de enchimento de grãos, que o déficit as lâminas de déficit reduziram a produtividade quando aplicadas no ciclo total, porém, quando aplicadas somente em subperíodos, não apresentaram diferenças em relação à irrigação plena. Barbosa et al (2020), trabalhando com soja, verificou que o déficit hídrico controlado (50% da ETo) aplicado, principalmente, nas fases de floração e enchimento de grãos na cultura soja, ocasionou diminuições drásticas nas componentes produtivas (número de vagens por planta, número de grãos por planta e potencial produtivo total).

Araújo (2018) trabalhando com algodão verificou que as trocas gasosas do algodoeiro foram mais sensíveis à deficiência hídrica na fase de formação das maçãs e menos afetadas nas fases de crescimento inicial e botão floral. A ocorrência de déficit hídrico durante as fases de surgimento de flores e maçãs foram as mais prejudiciais aos componentes da produção. Almeida et al., (2017) concluiu que os déficits hídricos aplicados nas diferentes

fases fenológicas das cultivares do algodoeiro herbáceo afetaram o número de capulhos por planta e a produtividade.

Nesse contexto faz-se necessária a adoção de algumas estratégias de manejo do déficit hídrico, para o sucesso da agricultura irrigada, pois, a decisão sobre o momento apropriado e a quantidade adequada de água a ser aplicada são baseadas em conceito prático do agricultor, conduzindo a falta ou excesso desse elemento para a cultura (ASHRAF et al., 2017), além disso, pode auxiliar o agricultor a aumentar a eficiência de uso da água, além da fundamental importância para a sustentabilidade produtiva e ambiental (COELHO et. al., 2020).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização do experimento

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, 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 a 01 de março de 2020.

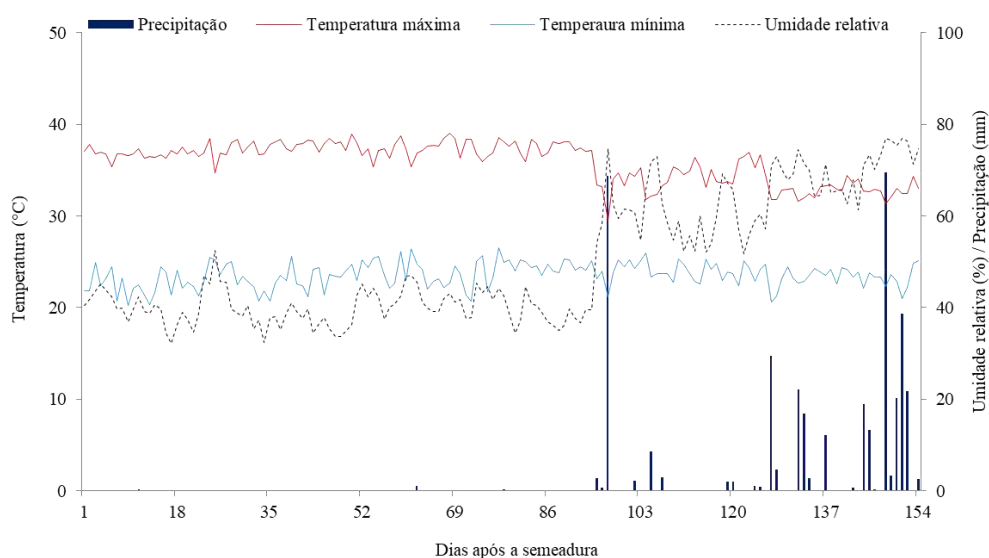


Figura 1. Dados climáticos de temperatura máxima e mínima (°C), precipitação e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento. CCTA/UFCG, Pombal – PB, de setembro de 2019 a março de 2020.

4.2. Delineamento experimental e tratamentos

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial do tipo 3 x 7 proveniente da combinação de três genótipos de algodão colorido (G1 - ‘BRS Rubi’; G2 - ‘BRS Topázio’ e G3 - ‘BRS Safira’) com sete estratégias de manejo de irrigação, formando 21 tratamentos com três repetições cada e três plantas por unidade experimental, totalizando 189 plantas.

Os genótipos de algodão colorido foram submetidos a 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: (VE) vegetativa - início do estresse hídrico com o surgimento da primeira folha definitiva e término do estresse com a abertura da 1ª flor; (FL) 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; (FR) formação da produção - 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 et al., 2001).

Na combinação das fases fenológicas, as estratégias de manejo da irrigação foram as seguintes: 1- SE- plantas sob irrigação plena durante todo o ciclo; 2- VE– plantas irrigadas com estresse hídrico na fase vegetativa; 3- FL - plantas sob estresse hídrico na fase de floração; 4- FR - estresse hídrico na fase de formação da produção; 5- VEFL - estresse hídrico nas fases vegetativa e de floração, havendo irrigação plena na fase de produção; 6- VEFR - plantas sob estresse hídrico apenas nas fases vegetativa e de produção; 7- FLFR- plantas submetidas a estresse hídrico apenas nas fases de floração e formação da produção.

A duração da irrigação com menor condição hídrica (40% da ETr) para cada estratégia de manejo da irrigação foi de: 49-75 DAS para VE; 76-118 DAS para FL; 119-141 DAS para FR; 49-141 para VEFR; e 76-141 DAS para FLFR.

4.3. Instalação e condução do experimento

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 e cobertos com 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, 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) | M.O. (1:2,5) 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) | |
| | | | | Areia | Silte | Argila | 33,42 kPa ¹ | 1519,5 kPa ² |
| 2,15 | 22,33 | 0,67 | 7,34 | 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 - Porcentagem de sódio trocável; ^{1,2} referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

Realizaram-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. Inicialmente, aos 18 dias após a semeadura (DAS), os adubos foram aplicados em cobertura via água de irrigação, em três parcelas, aos 18, 39 e 60 dias após a semeadura (DAS) sendo parceladas em duas vezes as aplicações de ureia e três vezes as aplicações de MAP e cloreto de potássio, respectivamente. Os vasos foram dispostos em fileiras simples espaçadas de 1,2 x 1,0 m entre plantas na fileira (Figura 2).



Figura 2. Disposição dos lisímetros na área experimental.

As sementes dos genótipos de algodoeiro colorido (‘BRS Rubi’; ‘BRS Safira’ e ‘BRS Topázio’) utilizadas na semeadura, foram provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPQ) 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.

4.3.1. Tratos culturais e fitossanitários

O controle de pragas e doenças foi realizado com defensivos naturais. 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.

4.3.2. 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.

4.4. Variáveis analisadas

- Trocas gasosas

Aos 75 dias após a semeadura, foram determinadas as trocas gasosas por meio da mensuração das seguintes variáveis: condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$). De posse desses dados foi estimada a eficiência instantânea da carboxilação (EiCi) (A/C_i) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$]. Essas análises foram feitas com um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK). As leituras foram às 7:00 horas da manhã, realizadas na terceira folha totalmente expandida contada a

partir da gema apical, conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de CO₂ e utilizando uma fonte artificial de radiação de 1200 μmol m⁻² s⁻¹.

- Pigmentos fotossintéticos

Aos 118 dias após a semeadura foram avaliados os pigmentos fotossintéticos, para a determinação dos teores de clorofila *a* (*Cl a*), *b* (*Cl b*), total (*Cl T*) e de carotenoides foi realizada a extração em recipientes contendo 8 mL de acetona a 80% e cinco discos foliar de área de 2,8 cm², visando evitar a oxidação os discos foliares foram mantidos no escuro sob condições de refrigeração durante 48 horas. As leituras dos teores de clorofila *a* (*Cl a*), *b* (*Cl b*), total (*Cl T*) e de carotenoides (*Car*) (Figura 3) foram realizadas por espectrofotometria de emissão nos comprimentos de onda de 470, 645 e 663 nm, respectivamente, através das equações 1, 2 e 3 propostas por Arnon (1949) em que A é a absorbância no comprimento de onda utilizado. Os valores foram expressos em mg g⁻¹ de matéria fresca (MF). Ressalta-se que a determinação da clorofila total foi realizada pelo somatório das clorofilas *a* e *b*.

$$\text{Clorofila a (Cl a)} = 12,21 \text{ ABS}_{663} - 2,81 \text{ ABS}_{646} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Clorofila b (Cl b)} = 20,13 \text{ A}_{646} - 5,03 \text{ ABS}_{663} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Carotenóides totais (Car)} = (1000 \text{ ABS}_{470} - 1,82 \text{ Cl a} - 85,02 \text{ Cl b})/198 \dots \dots \dots (3)$$

- Componentes de produção

Ao final do ciclo da cultura (130 DAS), foram quantificados os componentes de produção: massa de algodão em pluma – MAP; número de sementes por planta – NSEMT e massa sementes total – MSEM, 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 pluma – MAP; número de sementes por planta – NSEMT e massa sementes total (Figura 3).

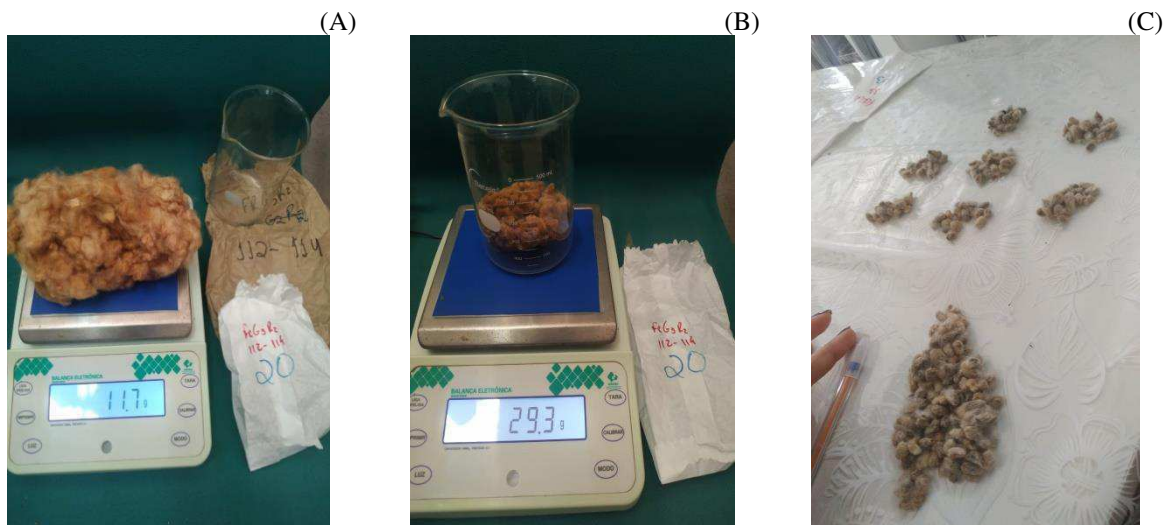


Figura 3. Análise da massa de algodão em pluma – MAP (A), massa sementes total – MSEM (B) e número de sementes por planta – NSEMT.

4.5. Análise estatística

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, 2014).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

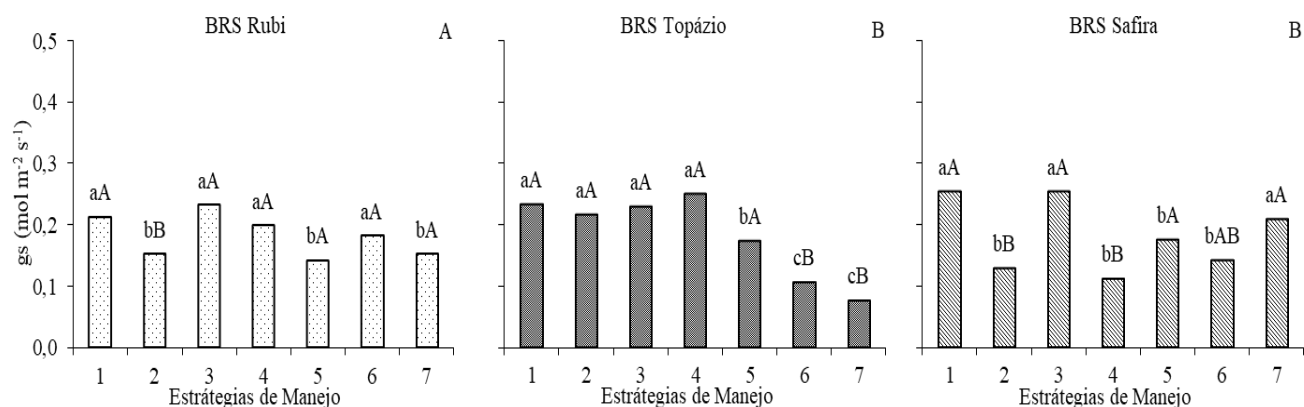
Conforme dados da análise de variância expostos na Tabela 2, a interação entre os fatores estratégias de manejo do déficit hídrico da irrigação e genótipos influenciou, de forma significativa ($p < 0,01$), a condutância estomática (g_s), taxa de assimilação de CO_2 e eficiência instantânea da carboxilação (EiC), com exceção para transpiração e concentração interna de CO_2 (C_i) diferindo apenas entre as estratégias de manejo do déficit hídrico de irrigação (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para condutância estomática (g_s) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (C_i) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/C_i) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$] em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 75 dias após a semeadura.

| FV | GL | QM | | | | |
|----------------------------|----|------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| | | g_s | E | A | C_i | EiC_i |
| Estratégias de Manejo (EM) | 6 | 0,0136** | 3,9822** | 169,7190** | 3202,2857** | 0,0069** |
| Genótipos (G) | 2 | 0,000006 ^{ns} | 0,9626 ^{ns} | 51,2082** | 993,0634 ^{ns} | 0,0073** |
| EM x G | 12 | 0,0068** | 1,5060 ^{ns} | 55,7308** | 3571,6746 ^{ns} | 0,0035** |
| Bloco | 2 | 0,0002 ^{ns} | 4,5745* | 15,5790 ^{ns} | 3450,9682* | 0,0010 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 0,0008 | 0,9238 | 8,7542 | 769,0015 | 0,0010 |
| CV (%) | | 16,23 | 23,95 | 19,06 | 14,69 | 38,61 |
| Média geral | | 0,18 | 4,01 | 15,52 | 188,74 | 0,08 |

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 da interação entre as estratégias de manejo do déficit hídrico e genótipos de algodoeiro para a condutância estomática (Figura 4A), verificou-se nas plantas do genótipo ‘BRS Rubi’, quando irrigadas com 40% da ETr na fase vegetativa (T2-VE) e na fase vegetativa em associação com a fase de floração (T5-VEFL) e sucessivamente nas fases de floração e formação da produção (T7-FLFR), decréscimos na condutância estomática de 28,12%, 32,81% e 28,12% respectivamente, quando comparadas às plantas irrigadas com 100% da ETr durante todo o ciclo. Entretanto, para a floração (FL), formação da produção (FR) e vegetativa/formação da produção (VEFR) tiveram as maiores médias de g_s na ordem de 0,23; 0,20 e 0,18 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ respectivamente, não diferindo das plantas irrigadas com 100% da ETr durante todo o ciclo (Figura 4A).



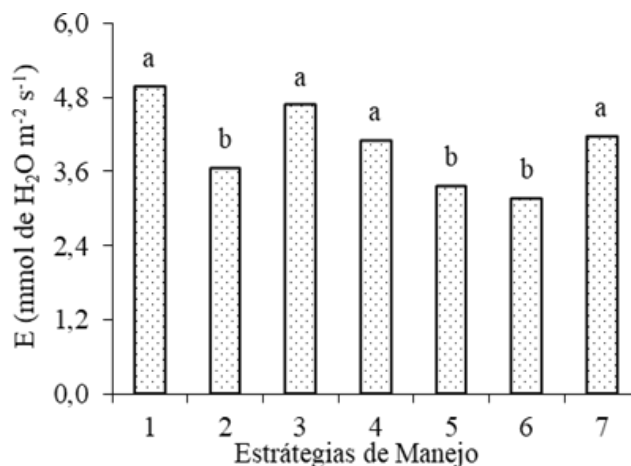
Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit hídrico (Scott-Knott, $p < 0,05$); entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si (pelo teste de Tukey, $p < 0,05$). 1 - SE; 2 - VE; 3 - FL; 4 - FR; 5 - VEFL; 6 - VEFR; e 7 - FLFR.

Figura 4. Teste de médias referente ao Desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo da irrigação sob os valores médios observados para a condutância estomática (g_s) do algodoeiro aos 75 dias após a semeadura.

De forma semelhante, o genótipo BRS Topázio também teve a maior g_s nas estratégias SE, VE, FL, FR com valores médios na ordem de 0,23, 0,21, 0,23 e 0,25 mol m⁻² s⁻¹, respectivamente (Figura 5B). Já as plantas submetidas às estratégias VEFL, VEFR, FLFR promoveram decréscimos na g_s de 25,71%; 54,30% e 67,216%, quando comparadas as plantas sob irrigação plena (SE). Com relação ao genótipo BRS Safira (Figura 5C) verificou-se os maiores valores de g_s nas estratégias SE, FL e FLFR na ordem de 0,25, 0,25 e 0,21 mol m⁻² s⁻¹, respectivamente. Em geral, ocorreram decréscimos na g_s dos genótipos de algodoeiro para as estratégias de manejo do déficit hídrico da irrigação VEFL, VEFR e FLFR, o que pode estar relacionado ao tempo de exposição dessas plantas ao estresse, já que foram submetidas ao déficit hídrico em duas fases fenológicas da cultura. Destaca-se que a condutância estomática do algodoeiro é responsiva à queda da umidade do solo, ressaltando-se que, que essa resposta também é dependente do material genético (PARIDA et al., 2005).

Em decorrência do fechamento parcial dos estômatos, foi reduzida, igualmente, a transpiração foliar (E) (Figura 5) sendo as plantas submetidas às estratégias VE, VEFL e VEFR obtiveram os menores valores de E na ordem de 3,65; 3,37 e 3,15 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹, entretanto, as estratégias SE, FL, FR e FLFR, não diferiram entre si, resultaram nos maiores valores médios de E na ordem de 4,97; 4,67; 4,1 e 4,16 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹ respectivamente, que não diferiram entre si. A redução na transpiração foliar deveu-se ao estresse hídrico, ou seja, a redução na disponibilidade de água ocasiona a diminuição do potencial de água nas folhas, com conseqüente fechamento estomático, provocando o decréscimo da condutância

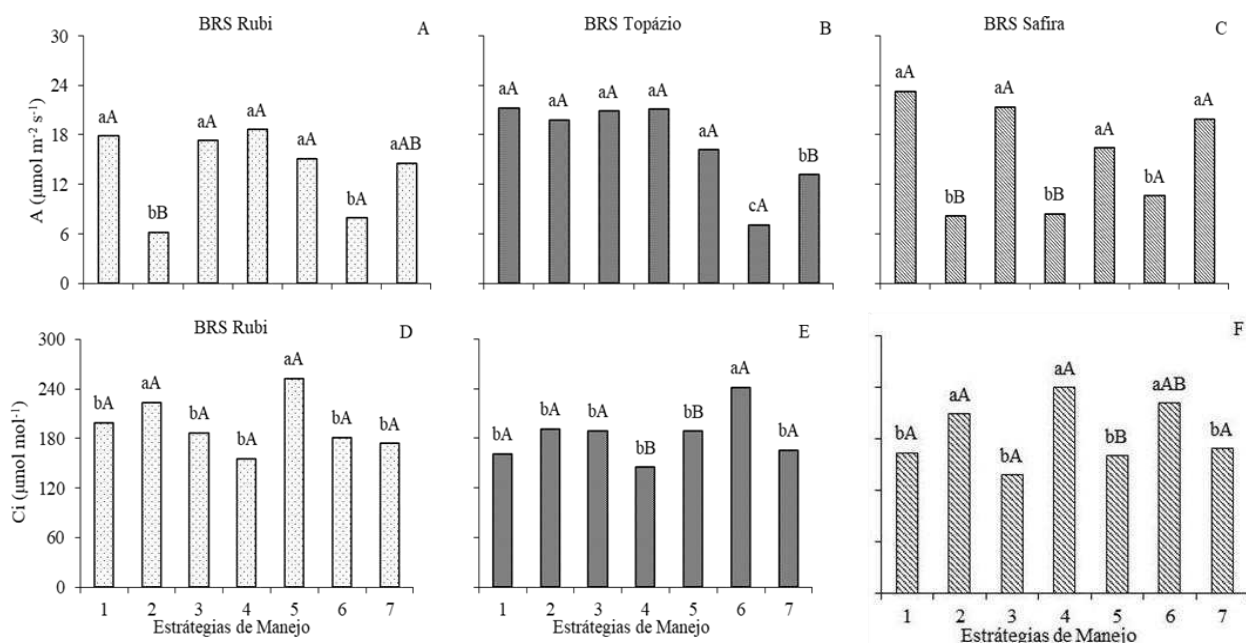
estomática e redução nas taxas de transpiração (TAIZ et al., 2017). Entretanto, os danos provocados pelo déficit hídrico variaram conforme a intensidade de sua ocorrência (LIMA et al., 2010).



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit hídrico (Scott-Knott, $p < 0,05$). 1 - SE; 2- VE; 3 - FL; 4 - FR; 5 - VEFL; 6 - VEFR; e 7 - FLFR.

Figura 5. Teste de médias dos valores médios observados da para transpiração foliar (E) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo da irrigação do déficit hídrico aos 75 dias após a semeadura.

Verifica-se através do desdobramento da interação entre as estratégias de manejo de irrigação dentro dos genótipos do algodoeiro para a taxa de assimilação de CO_2 (A) no genótipo BRS Rubi, que as estratégias SE, FL e FR resultaram em maiores valores médios de A na ordem de 17,88; 17,33 e 18,71 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente (Figura 6A). Já para o genótipo BRS Topázio quando submetido às estratégias de manejo da irrigação SE, VE, FL e FR teve as maiores taxas de assimilação de CO_2 na ordem de 21,3; 19,84; 20,90 e 21,16 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente (Figura 6B). Com relação ao genótipo BRS Safira observa-se os maiores valores de A foram registrados nas plantas submetidas às estratégias SE e FL com 23,31 e 21,39 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente (Figura 6C).



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre médias dos tratamentos de déficit hídrico (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 - SE; 2 - VE; 3 - FL; FR; 5 - VEFL; 6 - VEFR; e 7 - FLFR.

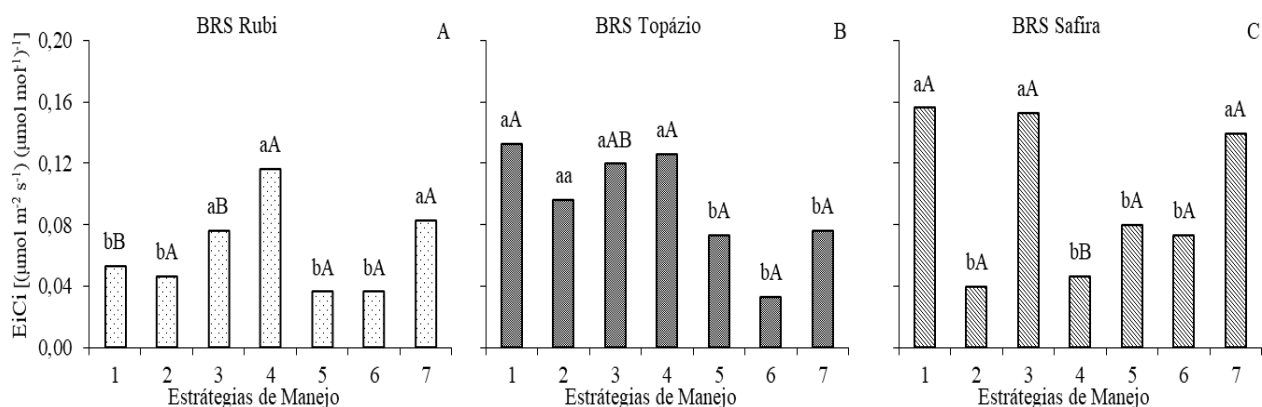
Figura 6. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo da irrigação sob os valores médios observados para taxa de assimilação de CO₂ (A) (A, B e C) e concentração interna de CO₂ (Ci) (D, E e F) do algodoeiro aos 75 dias após a semeadura.

Possivelmente, a diminuição da taxa de assimilação de CO₂ observada (Figuras 6A, B e C), se dá pelo fechamento dos estômatos, processo esse ocasionado pelo estresse hídrico no qual as plantas são submetidas. Com isso, a taxa de assimilação de CO₂ é afetada negativamente em condições de escassez de água, devido, principalmente, pelo mecanismo de fechamento estomático (SILVA et al., 2013). Resultados semelhantes também foram observados por Kerbauy, (2009) e Silva et. al. (2017), onde o estresse hídrico também ocasionou decréscimos da taxa de assimilação de CO₂ devido à diminuição da g_s , já que o principal meio de entrada e saída de gases na planta se dá pelo processo de abertura e fechamento estomático.

Para a concentração interna de CO₂ (Ci) nota-se através da interação entre as estratégias de manejo da irrigação e genótipos de algodoeiro (Figuras 6D, E e F) que observou-se diferença significativa na estratégia FR nos genótipo BRS Safira na maior concentração interna de CO₂ ($240,00 \mu\text{mol mol}^{-1}$); enquanto, o BRS Topázio teve o menor valor médio de Ci ($145,33 \mu\text{mol mol}^{-1}$) nesta estratégia do manejo da irrigação. A redução da

concentração interna de CO₂ mais acentuada nas plantas submetidas ao déficit hídrico nas fases de floração e frutificação pode está associada à diminuição na condutância estomática e transpiração foliar observadas neste estudo, pois quanto maior a falta de água na planta, menor será o grau de abertura dos ostíolos e, conseqüentemente, maior a resistência à entrada do CO₂ atmosférico, fazendo com que a concentração interna de CO₂ diminua significativamente no mesófilo foliar (TAIZ et.al., 2017).

Houve interação significativa entre as estratégias de manejo da irrigação e genótipos do algodoeiro para a eficiência instantânea de carboxilação (*EiCi*) (Figura 7), Entre os três genótipos avaliados, conduzidos sem aplicação do déficit hídrico (SE) notou-se maior *EiCi* no genótipo BRS Safira com 0,15 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} \mu\text{mol mol}^{-1}$)⁻¹, superando os genótipos BRS Rubi e do BRS Topázio, cujos valores de *EiCi* foram de 0,13 e 0,05 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} \mu\text{mol mol}^{-1}$)⁻¹, respectivamente. Os genótipos BRS Topázio e BRS Safira, quando submetidos ao déficit hídrico, durante fases sucessivas do ciclo, tiveram reduções na eficiência instantânea de carboxilação em relação às plantas sob 100% da ETr; com os manejos T5- VEFL, T6- VEFR e T7- FLFR , as reduções na *EiCi* foram 45,01%, 75,01% e 42,53% no BRS Topázio e 48,91%, 53,219% e 10,60% no BRS Safira, respectivamente, quando comparadas com a estratégia sem déficit hídrico (Figuras 7B e 7C). Nota-se que a redução da eficiência instantânea de carboxilação ocorreu de forma mais acentuada nas plantas que foram submetidas ao estresse em mais de uma fase fenológica, contudo, isso foi dependente da duração do período em que as plantas foram submetidas ao déficit hídrico (MENDES et al., 2007).



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit hídrico (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 - SE; 2 - VE; 3 - FL; 4 - FR; 5 - VEFL; 6 - VEFR; e 7 - FLFR.

Figura 7. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo da irrigação do déficit hídrico sob os valores médios observados para eficiência instantânea da carboxilação ($EiCi$) do algodoeiro aos 75 dias após a semeadura.

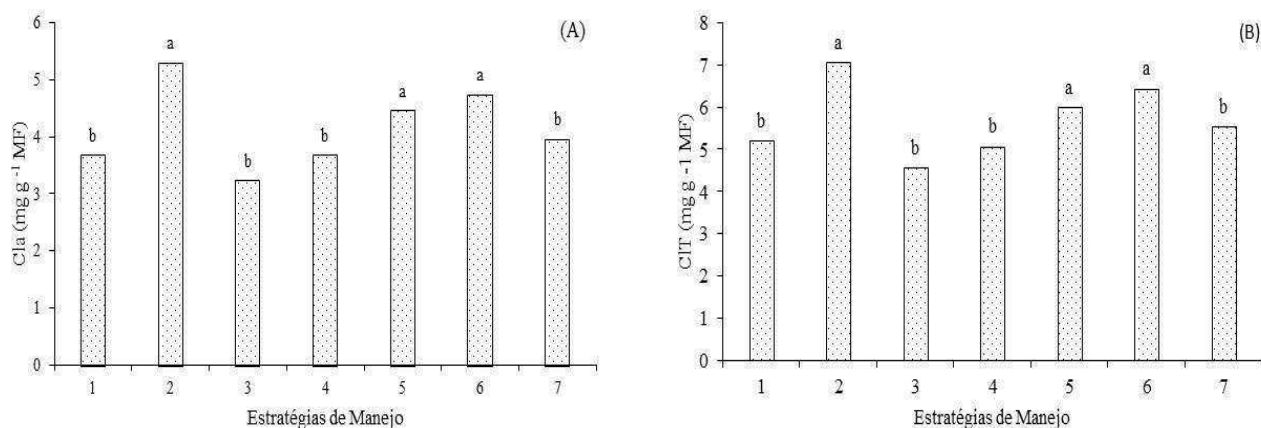
De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 3), houve diferença significativa ($p < 0,01$) sobre a clorofila a (Cla) e clorofila total (CIT) em função das distintas estratégias de manejo da irrigação com efeito significativo. Por meio de desdobramento da interação dos fatores estratégias de manejo da irrigação e genótipos de algodoeiro, constatou-se efeito significativo sobre o teor de carotenoides. Não se constatou efeito significativo sobre o teor de clorofila b (Clb) dos genótipos de algodoeiros aos 118 dias após a semeadura quando submetido a diferentes estratégias de manejo da irrigação.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para os teores de clorofila a (Cla), Clorofila b (Clb), clorofila total (CIT) e carotenoides (Car) em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 118 dias após a semeadura.

| FV | GL | QM | | | |
|----------------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Cla | Clb | CIT | Car |
| Estratégias de Manejo (EM) | 6 | 4,5805** | 0,2140 ^{ns} | 6,6398** | 0,2021** |
| Genótipos (G) | 2 | 0,5267 ^{ns} | 0,0479 ^{ns} | 0,4032 ^{ns} | 0,0988 ^{ns} |
| EM x G | 12 | 0,9447 ^{ns} | 0,1402 ^{ns} | 1,5794 ^{ns} | 0,1229** |
| Bloco | 2 | 0,5704 ^{ns} | 0,1618 ^{ns} | 0,7765 ^{ns} | 0,0213 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 0,6196 | 0,1168 | 1,1308 | 0,0389 |
| CV (%) | | 18,91 | 22,20 | 18,65 | 18,70 |
| Média geral | | 4,16 | 1,53 | 5,70 | 1,05 |

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

A aplicação do déficit hídrico aumentou os teores de clorofila a (Cla) e clorofila total (CIT) (Figuras 8A e 8B) nas plantas submetidas às estratégias de manejo da irrigação VE, VEFL e VEFR, onde obtiveram valores de Cla de 5,3; 4,47; 4,75 mg g⁻¹ MF e de CIT de 7,06; 6; 6,44 mg g⁻¹ sob a MF, respectivamente. Os menores valores tanto para Cla na ordem de 3,69; 3,24; 3,69 e 3,97 mg g⁻¹ MF, quanto para CIT nas ordens de 5,2; 4,57; 5,07 e 5,55 mg g⁻¹ não diferiram entre si em função das estratégias de manejo da irrigação SE, FL, FR e FLFR para a MF, respectivamente. O aumento nos teores de clorofila nas folhas do algodoeiro observada nas estratégias envolvendo o déficit hídrico na fase vegetativa do algodoeiro pode estar relacionado ao término da aplicação do déficit hídrico nas fases seguintes de floração e formação da produção, o que compensou o crescimento vegetativo através do desenvolvimento de novas folhas para a fotossíntese e consequentes melhorias nos teores de pigmentos, uma vez que, esses acréscimos na clorofila a e clorofila total podem estar relacionados a uma resposta adaptativa ao déficit hídrico, indicando a ativação de um mecanismo de proteção ao aparato fotossintético, com implicação direta do próprio desenvolvimento dos cloroplastos através da ampliação no número de tilacóides e cloroplastos (SILVA et al., 2017). Diferindo, portanto, das reduções nos teores de clorofila observados no algodão e no milho sob déficit hídrico (PARIDA et al., 2007; SHAH et al., 2011; CHEN et al., 2016).



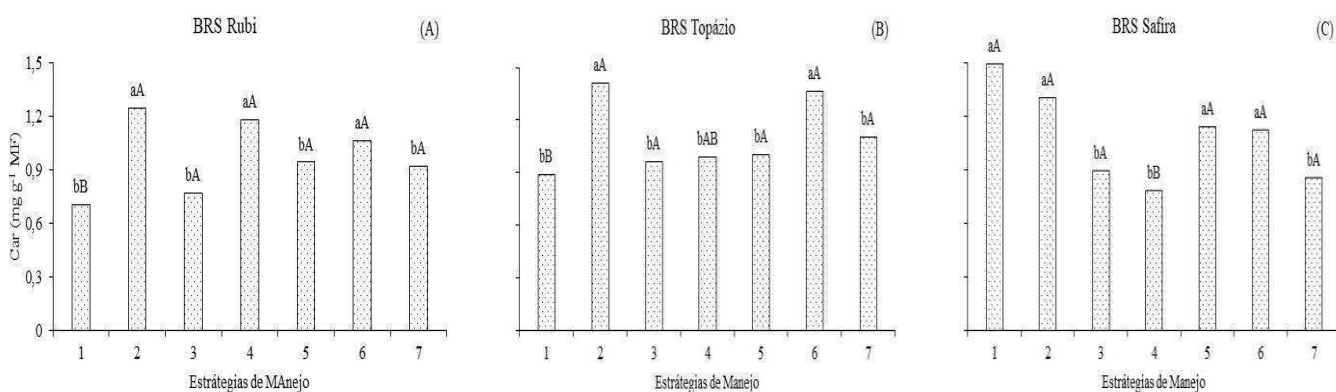
Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit hídrico (Scott-Knott, $p < 0,05$). 1 - SE; 2 - VE; 3 - FL; 4 - FR; 5 - VEFL; 6 - VEFR; e 7 - FLFR.

Figura 8. Teste de médias para valores médios observados da clorofila a (Cla) (A) e clorofila totais (CIT) (B) do algodoeiro sobre diferentes estratégias de manejo da irrigação aos 118 dias após a semeadura.

Verifica-se através do desdobramento da interação entre as estratégias de manejo de irrigação e genótipos de algodoeiro para o teor de carotenoides (Car) (Figura 9A, 9B e 9C),

que houve respostas significativas para às plantas submetidas às estratégias VE e VEFR, com as maiores médias de Car para os genótipos BRS ‘Rubi e BRS ‘Topázio’(1,24 e 1,06 para Rubi; 1,41 e 1,36 mg g⁻¹ MF para Topázio). Diferentemente, no genótipo BRS Safira os maiores teores de carotenoides foi obtido na estratégia SE com 1,49 mg g⁻¹ MF e as menores médias foram quando submetidas às estratégias FL e FR na ordem de 0,89 e 0,78 mg g⁻¹ MF, com decréscimos de Car de 53,7 e 52,3% em relação as plantas com irrigação plena em todo ciclo.

A diminuição nos teores de carotenoides, de acordo com Fiaz et al. (2014), é ocasionado devido a insuficiência de água, acarretando a redução da atividade enzimática da protoclorofila redutase, inibindo a conversão dos respectivos precursores em pigmentos fotossintéticos, sendo essa redução apontada como a principal razão da menor produção de pigmentos fotossintéticos, inclusive de carotenoides, quando as plantas são submetidas à deficiência hídrica. No entanto, o aumento no teor de carotenoides observado nos genótipos BRS Rubi e BRS Topázio sob déficit hídrico na fase vegetativa, ocorreram visando uma estratégia de dissipação do excesso de energia luminosa, utilizado pelas espécies vegetais, sobretudo, diante de condições de deficiência hídrica, na qual os carotenoides desempenham papel fotoprotetor (ROJAS et al., 2012; TAIZ et al., 2017).



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit hídrico (Scott-Knott, $p < 0,05$). 1 - SE; 2 - VE; 3 - FL; 4 - FR; 5 - VEFL; 6 - VEFR; e 7 - FLFR. 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 - SE; 2 - VE; 3 - FL; 4 - FR; 5 - VEFL; 6 - VEFR; e 7 - FLFR.

Figura 9. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre estratégias de manejo da irrigação e genótipos do algodoeiro para o teor de carotenoides (Car) (A, B e C) aos 118 dias após a semeadura.

Em relação ao desdobramento da interação entre genótipo do algodoeiro dentro das estratégias de manejo da irrigação para teor de carotenoides no genótipo BRS Safira,

observou-se nas plantas sob a estratégia de manejo da irrigação SE o maior valor médio (1,49 mg g⁻¹ MF), com um decréscimo de 47,0 % e 59,7% quando comparado aos BRS Rubi e BRS Topázio nesta mesma estratégia, respectivamente. Os mecanismos de adaptação das plantas submetidas a estresses abiótico variam expressivamente em função dos genes envolvidos na rota de resistência (AZERÊDO, 2016). Com isso, diversos genótipos de algodoeiro colorido vêm demonstrando serem capazes de se adaptar a ambientes semiáridos, isso confirma a capacidade dessas espécies sobreviverem em ambientes com déficit hídrico (VASCONCELOS et al., 2018).

Com base na análise de variância, constatou-se efeito significativo para a interação entre os fatores estratégia de manejo da irrigação e genótipos do algodoeiro para massa do algodão em pluma (p <0,05), número de sementes totais e massa das sementes (p<0,01) aos 130 dias após a semeadura (Tabela 4).

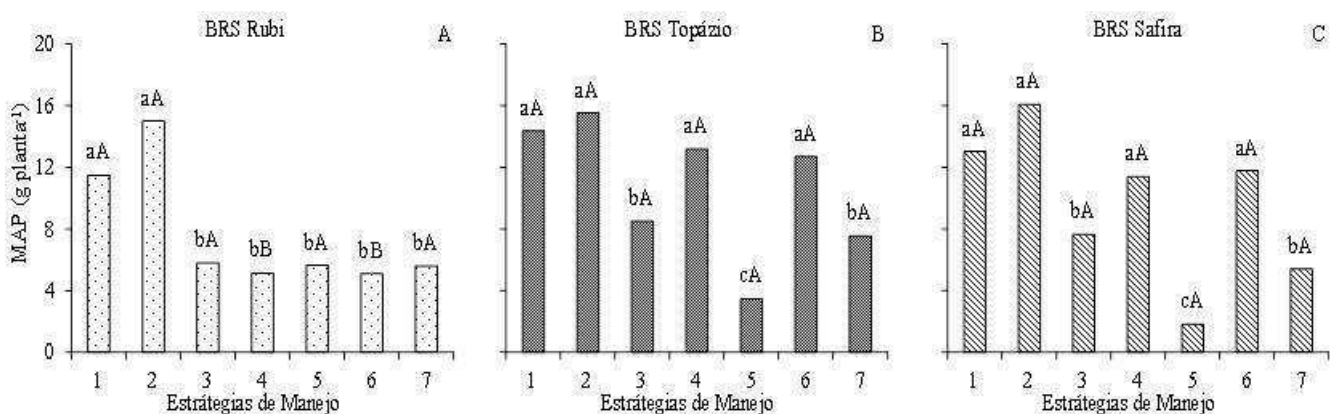
Tabela 4. Resumo da análise de variância para massa do algodão em pluma (MAP), número de sementes totais (NSEMT) e massa das sementes (MSEM) em função de diferentes estratégias de manejo da irrigação (EM) e genótipos (G) de algodoeiro aos 130 dias após a semeadura.

| FV | GL | QM | | |
|----------------------------|----|------------|--------------|-----------------------|
| | | MAP | NSEMT | MSEM |
| Estratégias de Manejo (EM) | 6 | 147,7472** | 43347,3597** | 611,5714** |
| Genótipos (G) | 2 | 50,1706** | 38926,0277** | 153,1859** |
| EM x G | 12 | 13,7973* | 11123,2407** | 86,5769** |
| Bloco | 2 | 18,2013* | 11869,2420* | 29,4687 ^{ns} |
| Resíduo | 40 | 5,5475 | 3628,8462 | 10,6331 |
| CV(%) | | 25,22 | 25,88 | 15,39 |
| Média geral | | 9,34 | 232,74 | 21,18 |

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

Na Figura 10 observa-se o desdobramento da interação entre as estratégias de manejo da irrigação e genótipos de algodoeiro, com maior massa de algodão em pluma (MAP) no genótipo BRS Rubi submetido às estratégias SE e VE com MAP de 11,49 e 15,06 g por planta; entretanto, as estratégias T4- FR e T6- VEFR resultaram em menores valores de MAP com 5,14 e 5,09 g por planta, respectivamente, ou seja, decréscimos na MAP de 55,3% e 55,7% em relação as plantas com irrigação plena durante todo o ciclo. De forma semelhante, a maior produção de algodão em pluma nos genótipos BRS Topázio e BRS Safira (Figuras 10B e 10C) também foi obtida nas estratégias de manejo da irrigação com SE e VE com maiores

valores médios de MAP de 15,52 e 13,19 g por planta (BRS Topázio) e 13,00 e 16,07 g por planta (BRS Safira), respectivamente. Entretanto, a estratégia FLFR resultou em decréscimos de 47,5% e 58,5% nos genótipos BRS Topázio e BRS Safira, respectivamente, quando comparadas as plantas sob a estratégia de manejo da irrigação SE, Resultados semelhantes aos observados por Carvalho et al. (2013) e Sousa (2015) onde notaram que a necessidade hídrica do algodoeiro é requerida de forma diferente em relação aos estádios fenológicos, sendo a maior demanda no período de floração e uma necessidade reduzida nos estádios iniciais e finais da cultura.

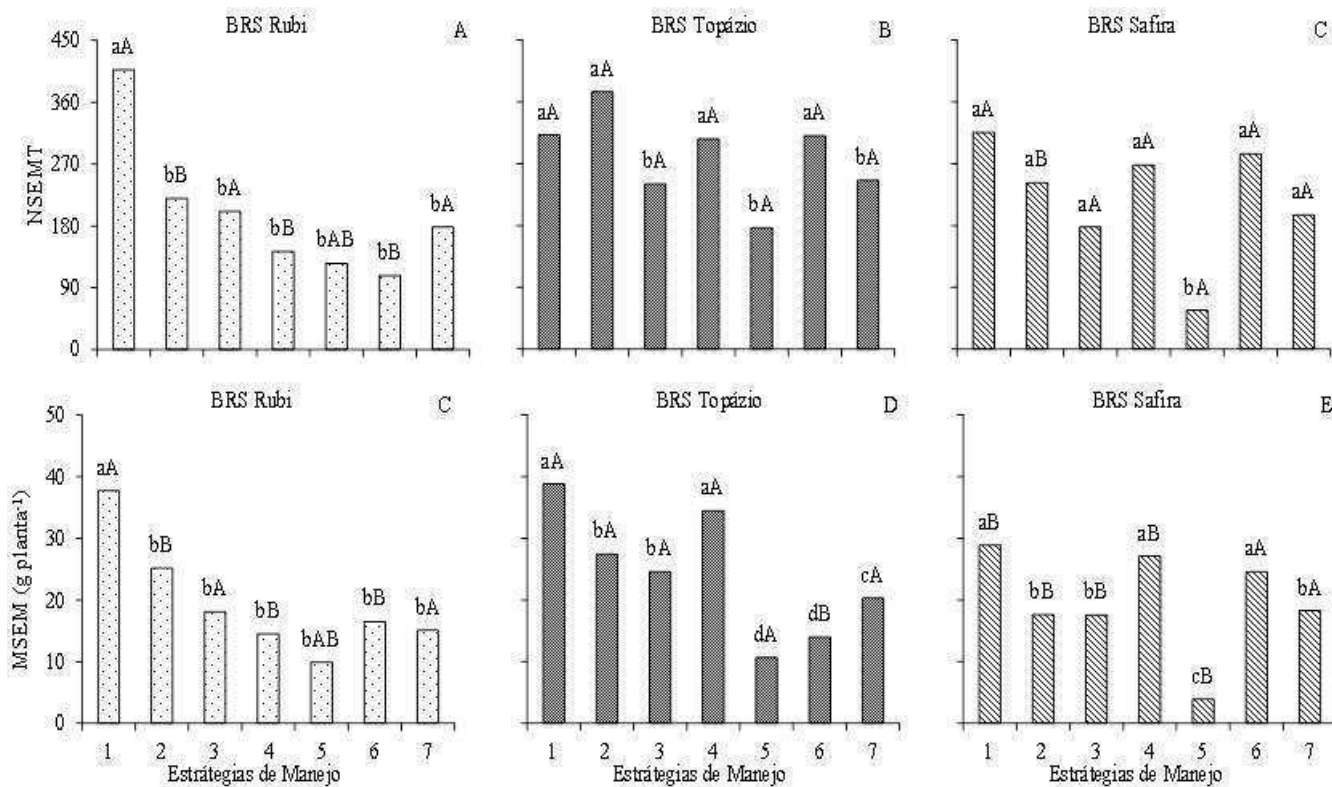


Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit hídrico (Scott-Knott, $p < 0,05$). Entre os genótipos, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si (pelo teste de Tukey, $p < 0,05$). 1 - SE; 2- VE; 3 - FL; 4 - FR; 5 - VEFL; 6 - VEFR; e 7 - FLFR.

Figura 10. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre genótipos e estratégias de manejo da irrigação para massa de algodão em pluma (MAP) do algodoeiro aos 130 dias após semeadura.

Com relação ao desdobramento da interação dos genótipos do algodoeiro dentro das estratégias de manejo da irrigação para o número de sementes total (NSEMT) verifica-se no genótipo BRS Topázio quando adotada a estratégia de manejo da irrigação VE o maior NSEMT (374,00 sementes por planta), enquanto, para o BRS Rubi e BRS Safira proporcionou os menores NSEMT (219,7 e 242,3 sementes). Já as estratégias de manejo da irrigação FR e VEFR resultaram no maior número de sementes total com 306,0 e 310,0 sementes por planta no genótipo BRS Topázio e 268,3 e 195,3 sementes por planta no BRS Safira, respectivamente, porém, no genótipo BRS Rubi estas estratégias de manejo da irrigação (FR e VEFR) proporcionaram plantas com menor produção de sementes (143,0 e 107,7 sementes por planta), respectivamente. As plantas submetidas a estresse hídrico durante a fase vegetativa tiveram acréscimos no número de sementes total, ressalte-se que essa

estratégia de manejo de irrigação também foi relacionada a um melhor desempenho fisiológico nos genótipos BRS Topázio e BRS Safira, indicando a correlação entre a produção e as variáveis fisiológicas para diagnóstico precoce de condições de estresse hídrico no algodoeiro colorido.



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit hídrico (Scott-Knott, $p < 0,05$). Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos de déficit hídrico (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 - SE; 2 - VE; 3 - FL; 4 - FR; 5 - VEFL; 6 - VEFR; e 7 - FLFR 1 - SE; 2 - VE; 3 - FL; 4 - FR; 5 - VEFL; 6 - VEFR; e 7 - FLFR.

Figura 11. Teste de médias referente ao desdobramento da interação entre estratégias de manejo de irrigação e genótipos do algodoeiro para número de sementes total – NSEMT e massa de sementes – MSEM do algodoeiro aos 130 dias após a semeadura.

Quanto ao desdobramento da interação entre genótipos do algodoeiro dentro das estratégias de manejo da irrigação para massa de sementes MSEM (Figuras 11D, E e F) observou-se para os genótipo BRS Topázio e BRS Rubi sob a estratégia de manejo da irrigação SE os maiores valores médios (38,80 e 37,70 g por planta), diferindo significativamente do genótipo BRS Safira com MSEM de 28,86 g por planta com reduções de 25,6 e 23,4%, respectivamente. Já as plantas submetidas às estratégias de manejo da irrigação VE, FR e VEFL, para o genótipo BRS Topázio resultaram nas maiores médias (27,43; 34,43 e 10,68 g por planta), já os genótipos BRS Rubi e BRS Safira tiveram as

menores MSEM para com valores de VE (25,2 e 14,53 g por planta) e FR (17,60 e 27,10 g por planta). DeTar (2008) também observou reduções na produtividade do algodoeiro ocasionadas pelo déficit hídrico. A produção das plantas é afetada pela deficiência hídrica, devido ao fechamento estomático e conseqüente redução na absorção de CO₂, fato esse observado no presente estudo (CHAVES et al., 2002). Além disso, para as plantas que receberam estresse nas fases sucessivas de vegetativa e de floração (VEFL) teve reduções acentuadas massa de sementes de 73,8%; 72,5% e 86,7% para os genótipos BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Safira, respectivamente, corroborando com Mendes et al., (2007), que relacionam os efeitos deletérios do déficit hídrico a duração e intensidade do estresse hídrico.

6. CONCLUSÕES

Dentre os genótipos, o 'BRS Rubi' é o mais sensível ao déficit hídrico (40% da Evapotranspiração Real), independente do estágio de desenvolvimento.

A aplicação sucessiva do déficit hídrico nas fases vegetativa na floração e na formação da produção é prejudicial às trocas gasosas e produção do algodoeiro colorido e não há recuperação das plantas após suspensão do estresse.

O déficit hídrico aumenta os teores de pigmentos fotossintéticos nas plantas quando submetidas ao estresse na fase vegetativa do algodoeiro.

A irrigação com 40% da evapotranspiração real na fase de formação da produção pode ser utilizada no cultivo do algodoeiro com as menores perdas na produção do algodoeiro colorido.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDOULKARIM, T. D.; SASONOUSSI, A.; MAÂROUHI, I. M.; FALALOU, H.; YACOUBOU, B. effect of water deficit at different stages of development on the yield components of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) genotypes. **African Journal of Biotechnology**, v.17, n.9, p. 279-287, 2018.

AKINCI, S.; LÖSEL, D. M. Plant water-stress response mechanisms. **Water Stress**, p.15-42, 2012.

AL-HARBI, A.; M.AL-OMRAN, A.; ALHARBI, K. Grafting improves cucumber water stress tolerance in Saudi Arabia. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.25, n.2, p.298-304, 2018.

AL-KARAKI, G. N.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. Seed germination and early root growth barley cultivars as affected by temperature and water stress. **American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Science**, v.2, n.2, p.112-117, 2007.

ALMEIDA, E. S. A. B., PEREIRA, J. R., DE AZEVEDO, C. A. V., ARAÚJO, W. P., ZONTA, J. H., CORDÃO, M. A. **Algodoeiro herbáceo submetido a déficit hídrico: produção**. Embrapa Algodão-Artigo em periódico indexado (ALICE). 2017.

ALVES, G. da S.; TARTAGLIA, F. de L.; ROSA, J. C.; FERREIRA, M. M.; CARVALHO, J. S. de; ALVES, W. W. de A. Crescimento, produtividade e qualidade de fibra de algodão colorido influenciados pela população de plantas. **Revista Ceres**, v.64, n.1, p.068-076, 2017.

ALVES, R. de C.; MEDEIROS, A. S. de; NICOLAU, M. C. M.; OLIVEIRA, F. de A.; LIMA, L. W.; AROUCHA, E. M. M.; GRATÃO, P. L. Influence of partial root-zone saline irrigation management on tomato yield and fruit quality from a potted-plant study. **Horticultura Science**, v.53, n.9, p.1326-1331, 2018.

AQUINO, L. A.; AQUINO, R. F. B. A.; SILVA, T. C.; SANTOS, D. F.; BERGER, P. G. Aplicação do fósforo e da irrigação na absorção e exportação de nutrientes pelo algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.4, p.355-361, 2012.

ARAÚJO, W. P. **Irrigação fenológica em duas cultivares de algodoeiro herbáceo**. 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB, 2018.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, n.1, p.1-15, 1949.

ASHRAF, M.; SHAHZAD, S. M.; AKHTAR, N.; IMTIAZ, M.; ALI, A. Salinization/sodification of soil and physiological dynamics of sunflower irrigated with saline sodic water amending by potassium and farm yard manure. **Journal of Water Reuse and Desalination**, v.7, n.4, p.476-487, 2017.

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

BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. de; SOUSA JÚNIOR, S. P. de; BRITO, G. G. de; CARDOSO, G. D. Ecofisiologia do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.). In: BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. de. **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2011. Cap. 2, p.65-124.

BELTRÃO, N. D. M. **Fisiologia da produção do algodoeiro**. Embrapa Algodão-Circular Técnica (INFOTECA-E). 2006

BLUM, A. Plant water relations, plant stress and plant production. **In Plant Breeding for Water-Limited Environments**. Springer New York, p.11-52, 2011.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; PORTO, E. R. **Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos**. Embrapa Semiárido - Capítulo em livro científico (ALICE), 2017.

CARVALHO, I. R.; KORCELSKI, C.; PELISSARI, G.; HANUS, A. D.; ROSA, G. M. da. Demanda hídrica das culturas de interesse agrônômico. **Enciclopédia biosfera**, v.9, n.17, p.669-681, 2013.

CARVALHO, L. P.; ANDRADE, F. P.; SILVA FILHO, J. L. Cultivares de algodão colorido no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.15, n.1, p. 37-44, 2011.

CARVALHO, L. P.; SILVA, G. E. L.; LIMA, M. M. A.; MEDEIROS, E. P.; BRITO, G. G.; FREIRE, R. M. M. Variabilidade e capacidades geral e específica de combinação para teor de óleo em algodoeiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.14, n.1, p.19-27, 2010.

CHAVES, M. M.; PEREIRA, J. S.; MAROCO, J.; RODRIGUES, M. L.; RICARDO, C. P. P.; OSÓRIO, M. L.; CARVALHO, T.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, v.89, n.7, p.907-916, 2002.

CHEN, D., WANG, S., CAO, B., CAO, B., LENG, G., LI, H., YIN, L., SHAN, L.; DENG, X. Genotypic variation in growth and physiological response to drought stress and re-watering reveals the critical role of recovery in drought adaptation in maize seedlings. **Frontiers in Plant Science**, v.6, p.1241, 2016.

COELHO, E. F.; SANTOS, M. R. dos; CRUZ, R. O. da R.; LIMA, L. W. F.; BARROS, D. L. Irrigação com déficit regulado em diferentes fases de cultivo de bananeira ‘BRS princesa’. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.14, n.2, p.3931–3940, 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2019. **Algodão: análise mensal: fevereiro 2019**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-algodao/item/10977-algodao-analise-mensal-fevereiro-2019>. Acesso em: 26 de Março de 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de algodão. Safra 2018/19 - Análise Mensal (Maio/Junho 2020)**. Brasília: CONAB, 2020. 5p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-algodao/item/13705-algodao-analise-mensal-maio-junho-2020>. Acesso em: 25 de Março de 2021.

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

DETAR, W. R. Yield and growth characteristics for cotton under various irrigation regimes on sandy soil. **Agricultural Water Management**, v.95, n.1, p.69-76, 2008.

DHIVYA, R.; AMALABALU, P.; KAVITHAMANI, D. Variability, heritability and genetic advance in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **African Journal of Plant Science**, v.8, n.1, p.1-5, 2014.

FANG, Y.; XIONG, L. General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v.72, n.4, p.673-689, 2015.

FAO- Food and Agricultural Organization. Faostat. **Statistics Division**. 2016. Disponível em: http://www.fao.org/es/ess/index_en.asp. Acesso em: 24 de Março de 2021.

FAROOQ, M.; WAHID, A.; KOBAYASHI, N.; FUGITA, D.; BASRA, S. M. A. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. **Agronomy for Sustainable Development**, v.29, p.185-212, 2009.

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: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

FAIAZ, K.; MALIK, S. A.; YOUNIS, U.; DANISH, S.; RAZA SHAH, M. H.; NIAZ, S. Drought impact on Pb/Cd toxicity remediated by biochar in *Brassica campestris*. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.14, n.4, p.845-854, 2014.

FODAY, T. I.; XING, W.; SHAO, G.; HUA, C. Effect of water use efficiency on growth and yield of hot pepper under partial root-zone drip irrigation condition. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v.3, n.1, p.1-14, 2012.

FREIRE, J. L. de O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. de. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.1, p.82-91, 2014.

GAVA, R.; FRIZZONE, J. A.; SNYDER, R. L.; JOSE, J. V.; FRAGA JUNIOR, E. F.; PERBONI, A. Estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.9, n.6, p.349-359, 2015.

GOMES, F. T. **Manejo do déficit hídrico para indução floral da mangueira ‘Kent’ no vale do submédio São Francisco**. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Vale do São Francisco. Juazeiro-Bahia, 2019.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção agrícola municipal. 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acesso em: 01 maio. 2021

JIMÉNEZ, S.; DRIDI, J.; GUTIÉRREZ, D.; MORET, D.; IRIGOYEN, J. J.; MORENO, M. A.; GOGORCENA, Y. Physiological, biochemical and molecular responses in four *Prunus* rootstocks submitted to drought stress. **Tree Physiology**, v.33, n.10, p.1061-1075, 2013.

JUTURU, V. N.; MEKALA, G. K.; KIRTI, P. B. Current status of tissue culture and genetic transformation research in cotton (*Gossypium* spp.). **Plant Cell Tiss Organ Cult**, v.120, n.3, p.813–839, 2015.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 452 p. 2009.

KUAI, J.; CHON, Z.; WANG, Y.; MENH, Y.; CHEN, B.; CHAO, W. The effects of short-term water logging on the lint yield components of cotton with respect to boll position. **European Journal of Agronomy**, v.67, p.61-74, 2015.

LIMA, M.; A.; BEZERRA, M. A.; FILHO, E. G.; PINTO, C. M.; FILHO, J. E. Trocas gasosas em folhas de sol e sombreadas de cajueiro anão em diferentes regimes hídricos. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.4, p.654-663, 2010.

LIMA, S., FRIZZONE, J., MATEOS, L.; FERNANDEZ, M. Estimativa da produtividade de água em uma área irrigada no sul da Espanha. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.6, n.1, p.51-60, 2012.

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. **Effect of water-deficit stress on cotton during reproductive development**. Fayetteville: University of Arkansas, Ph.D. Dissertation, 2012. 200p.

LOKHANDE, S.; REDDY, K. R. Quantifying temperature effects on cotton reproductive efficiency and fiber quality. **Agronomy Journal**, v.106, n.4, p.1275-1282, 2014.

MACÊDO, E. C. F.; ZONTA, MELO, Y. L.; ALBERTO, S.; SILVA, D. C.; ANDRADE, W. L. **Alterações no metabolismo osmorregulatório de genótipos de algodão durante o período de déficit hídrico e recuperação**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.23, n.8, p.607-613, 2019.

MARINHO, L. B.; FRIZZONE, J. A.; TOLENTINO JUNIOR, J. B.; PAULINO, J.; SOARES, J. M.; VILAÇA, F. N. Déficit hídrico nas fases vegetativa e de floração da pimenta ‘Tabasco’ em ambiente protegido. **Irriga**, v.21, n.3, p.561-576, 2016.

MASSACI, A.; NABIEV, S. M.; PIETROSANTI, L.; NEMATOV, S. K.; CHERNIKOVA, T. N.; THOR, K.; LEIPNER, J. Response of the photosynthetic apparatus of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to the onset of drought stress under field conditions studied by gas exchange analysis and chlorophyll fluorescence imaging. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.46, n.2, p.189-195, 2008.

MARUR, C. J.; RUANO, O. A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.5, n.2, 2001.

MENDES, F. S.; CASTRO, D. S.; NETO, C. F. O.; LOBATO, A. K. S.; CUNHA, R. L. M.; COSTA, R. C. L. Níveis de prolina e carboidratos solúveis totais em folhas de mogno (*Swietenia macrophylla* King R.A) induzidas ao estresse hídrico e a reidratação. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.S2, p.939-941, 2007.

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**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. Cap. 1, p.02-27.

MORADI, P. Key plant products and common mechanisms, utilized by plants in water deficit stress responses. **Botanical Sciences**, v.94, n.4, p.671, 2016.

MOREIRA, I.; SARTORI, I. M.; PAIANO, D.; MARTINS, R. M.; OLIVEIRA, G. C. de. Utilização do farelo de algodão, com ou sem a adição de ferro, na alimentação de leitões na fase inicial (15-30 kg). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1077-1084, 2006.

MOZDZEN, K.; BOJARSKI, B.; RUT, G.; MIGDALEK, G.; REPKA, P.; RZEPKA, A. Effect of drought stress induced by mannitol on physiological parameters of maize (*Zea mays*

L.) seedlings and plants. **The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v.4, p.86-91, 2015.

NASCIMENTO, S. P. do; BASTOS, E. A.; ARAÚJO, E. C. E.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, E. M. da. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.8, p.853-860, 2011.

NOVAIS, R. D., NEVES, J. C. L., & BARROS, N. D. (1991). Ensaio em ambiente controlado. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**, 1, 89-253.

OSMOLOVSKAYA, N.; SHUMILINA, J.; KIM, A.; DIDIO, A.; GRISHINA, T.; BILOVA, T.; KELTSIEVA, O. A.; ZHUKOV, V.; TIKHONOVICH, I.; TARAKHOVSKAYA, E.; FROLOV, A.; WESSJOHANN, L. Methodology of drought stress research: experimental setup and physiological characterization. **International Journal of Molecular Sciences**, v.19, n.12, p. 4089, 2018.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Saafey**, v.60, n.3, p.324-349, 2005.

PARIDA, A. K., DAGAONKAR, V. S., PHALAK, M. S., UMALKAR, G. V.; AURANGABADKAR, L. P. Alterations in photosynthetic pigments, protein and osmotic components in cotton genotypes subjected to short-term drought stress followed by recovery. **Plant Biotechnology Reports**, v.1, n.1, p.37-48, 2007.

PEREIRA, R. F. **Prospecção de genótipos de algodoeiro tolerantes ao estresse hídrico baseada em caracteres agrônômicos e fisiológicos**. 71 f. Tese Doutorado – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2017.

REIS, S. P. dos; LIMA, A. M.; SOUZA, C. R. de. Recent molecular advances on downstream plant responses to abiotic stress. **International Journal of Molecular Sciences**, v.13, n.7, p.8628–8647, 2012.

ROJAS, A.; MORENO, L.; MELGAREJO, L. M.; RODRÍGUEZ, M. A. Physiological response of gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) to hydric conditions of the colombian Caribbean. **Agronomía Colombiana**, v.30, n.1, p.52-58, 2012.

SAHEBI, M.; HANAFI, M.M.; RAFII, M.Y.; MAHMUD, T.M.M; AZIZI, P.; OSMAN, M.; ABIRI, R.; TAHERI, S.; KALHORI, N.; SHABANIMOFRAD, M.; MIAH, G.; ATABAKI, N. Improvement of drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.): genetics, genomic tools, and the WRKY gene family. **BioMed Research International**, v.2018, p.1-20, 2018.

SAMPAIO, A. H. R. **Irrigação com déficit hídrico e eficiência do uso da água em lima ácida 'Tahiti' no semiárido Baiano**. 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas – Bahia – 2010.

SAMPAIO, A. H. R.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; DANIEL, R.; MACHADO, V. V.; CARVALHO, G. C.; SANTANA JUNIOR, E. B. Déficit hídrico e secamento parcial do sistema radicular em pomar de lima ácida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.10, p.1141-1148, 2010.

SANTOS, M. R.; MARTINEZ, M. A. Soil water distribution and extraction by 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica* L.) trees under different irrigation regimes. **Idesia**, v.31, n.3, p.7-16, 2013.

SANTOS, M. R.; NEVES, B. R.; SILVA, B. L.; DONATO, S. L.R.; Yield, water use efficiency and physiological characteristics of “Tommy Atkins” mango under partial Rootzone Drying Irrigation System. **Journal of Water Resource and Protection**, v.7, n.13, 1029-1037, 2015.

SHAH, A.R., KHAN, T.M., SADAQAT, H.A. and CHATHA, A.A. Alterations in leaf pigments in cotton (*Gossypium hirsutum*) genotypes subjected to drought stress conditions. **International Journal of Agriculture and Biology**, v.13, n.6, p.902-908, 2011.

SILVA, A. R. A. da; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F. de; PEREIRA FILHO, J. V.; FREITAS, C. A. S. de. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.86-93, 2013.

SILVA, A. R. A., BEZERRA, F. M. L., de LACERDA, C. F., de SOUSA, C. H. C., CHAGAS, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Revista Agro@ambiente**, v.10, n.4, p.317-325, 2017.

SILVA, W.C.; MOURA, J.G.; OLIVEIRA, A.B.; FERREIRA, L.E.; SILVA, T.M. Growth and gas exchange in cowpea plants under different managements and saline conditions. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.5, p.756-764, 2017.

SOUSA, J. V. R. **Algodoeiro fertirrigado por gotejamento sob doses de nitrogênio, lâminas de água e espaçamentos de plantio**. 79 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis. 2015.

SOUSA, L. B. de. O algodoeiro: Alguns aspectos importantes da cultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.4, p.3, 2010.

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

TARIQ, A.; PAN, K.; OLATUNJI, O. A.; GRACIANO, C.; LI, Z. SUN, F.; ZHANG, A. Phosphorous fertilization alleviates the effects of drought on *Alnus cremastogyne* by regulating its antioxidant and osmotic potential. **Scientific Reports**, v.8, n.1, p.1-11, 2018.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Org.), **Manual de métodos de análise de solo** (3a ed.). Brasília, DF: EMBRAPA, 2017.

USDA-United States Department of Agriculture. **Cotton outlook**. 2019. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/cotton-wool/cotton-sector-at-a-glance/>. Acessado em: 24 de Março de 2021.

VASCONCELOS, V. A. A; CAVALCANTI, J. J. V; FARIAS, F. J. C.; VASCONCELOS, W. S.; SANTOS, R. C. Diallel analysis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for water stress tolerance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.18, n.1, p.24-30. 2018.

YEATES, E. Efeito do estresse hídrico na fisiologia do algodoeiro. In: ECHER, F. R. **O algodoeiro e os estresses abióticos: temperatura, luz, água e nutrientes**. Cuiabá: Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt), 2014. Cap. 3, p.63-77, 2014.

ZHOU, L.; XU, H.; MISCHKE, S.; MEINHARDT, W. L.; ZHANG, D.; ZHU, X.; LI, X.; FANG, W. Exogenous abscisic acid significantly affects proteome in tea plant (*Camellia sinensis*) exposed to drought stress. **Horticulture Research**, v.1, n.1, p.1-9, 2014.