



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

**CRESCIMENTO, TROCAS GASOSAS E PRODUÇÃO DO
ALGODOEIRO SOB DÉFICIT HÍDRICO NAS FASES
FENOLÓGICAS**

Aluno: Mailson Araújo Cordão

Orientador: Prof. D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito

Co-orientador: M. Sc. Whéllyson Pereira Araújo

Pombal-PB

Outubro de 2016

MAILSON ARAÚJO CORDÃO

**CRESCIMENTO, TROCAS GASOSAS E PRODUÇÃO DO
ALGODOEIRO SOB DÉFICIT HÍDRICO NAS FASES
FENOLÓGICAS**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito

Co-orientador: M. Sc. Whéllyson Pereira Araújo

POMBAL-PB

OUTUBRO DE 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- C794c Cordão, Mailson Araújo.
Crescimento, trocas gasosas e produção do algodoeiro sob déficit hídrico nas fases fenológicas / Mailson Araújo Cordão. – Pombal, 2016.
50 p.
- Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.
"Orientação: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito, Prof. Me. Whéllyson Pereira Araújo.
Referências.
1. Algodão (*Gossypium hirsutum L.*). 2. Déficit Hídrico. 3. Cultivares. I. Brito, Marcos Eric Barbosa. II. Araújo, Whéllyson Pereira. III. Título.

CDU 633.511(043)

MAILSON ARAÚJO CORDÃO

**CRESCIMENTO, TROCAS GASOSAS E PRODUÇÃO DO
ALGODOEIRO SOB DÉFICIT HÍDRICO NAS FASES
FENOLÓGICAS**

Apresentada em: 10/10/2016

BANCA EXAMINADORA

Orientador: D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito
Professor D. Sc. UAGRA/CCTA/UFCG

Co-orientador: M. Sc. Whéllyson Pereira Araújo
Doutorando em Engenharia Agrícola UAEA/CTRN/UFCG

Examinador: João Batista dos Santos
Professor D. Sc. UAGRA/CCTA/UFCG

Examinador: M. Sc. José Alberto Calado Wanderley
Doutorando em Engenharia Agrícola UAEA/CTRN/UFCG

**POMBAL, PB
OUTUBRO DE 2016**

DEDICATÓRIA

*Ao senhor Deus, por me agraciar com o dom da vida
A meus pais (Antônio Cordão e Iza Maura), e aos meus irmãos (Maurício, Maiza e Monaisa Raquel)
por todo apoio e carinho.*

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Campina grande Campus Pombal, pelos anos de ensinamentos, oportunidade de me torna um profissional;

A EMBRAPA algodão de Campina Grande pelo fornecimento dos equipamento e as sementes;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito pelo apoio, orientação ensinamentos, dedicação e exemplo como profissional;

Co-orientador M.Sc e primo Whéllyson Pereira Araújo pela orientação, exemplo de pessoa, que contribui muito para minha formação, pelos conhecimentos passados, pela consideração e amizade.

Aos membros da banca examinadores, pela disponibilidade para avaliação deste trabalho e pelas valiosas sugestões;

Aos amigos e voluntários Robson Felipe, Fagner Ferreira e Erlan Leitão que ajudaram na condução do projeto;

A equipe irrigando o semiárido pelo todo apoio na pesquisa e amizade;

A minha turma de graduação em agronomia (formados 2016.1), por tudo que vivemos juntos, companheirismo e amizade;

A todos da família pelo incentivo e apoio em todos os momentos.

Quero concluir agradecendo a todos que de forma direta ou indireta, contribuíram nesta conquista. Obrigado!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. A cultura do algodoeiro e sua importância	11
2.2. Escassez e suprimento hídrico na região semiárida	13
2.3. Déficit hídrico nas fases fenológicas do algodoeiro	15
2.4. Déficit hídrico na fisiologia do algodoeiro	17
2.5. Déficit hídrico na produtividade	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Local do experimento	21
3.2. Clima da região	22
3.3. Caracterização do solo	22
3.5. Tratamentos e delineamento experimental	23
3.6. Cultivares de algodoeiro herbáceo	23
3.7. Instalação do experimento	24
3.7.1. Preparo do solo	24
3.7.2. Adubação	24
3.7.3. Espaçamento e arranjo de plantas	24
3.8. Monitoramento da umidade do solo	24
3.9. Sistema de irrigação	25
3.10. Manejo da irrigação	25
3.11. Variáveis analisadas	26
3.11.1. Parâmetros de crescimento	26
3.11.2. Índices fisiológicos	27
3.12. Produtividade do algodão em caroço	27
3.13. Análise estatística	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

CRESCIMENTO, TROCAS GASOSAS E PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO SOB DÉFICIT HÍDRICO NAS FASES FENOLÓGICAS

RESUMO

A cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tem grande importância econômica no Brasil. As limitações hídrica no semiárido torna o uso eficiente na irrigação de fundamental importância para cultivo das espécies em especial o algodoeiro, uma das alternativa é identificar os períodos em que a cultura encontra-se susceptível a falta de água, para reduzir perdas de rendimento. Assim objetivou-se avaliar o efeito do déficit hídrico aplicado em diferentes fases do ciclo fenológico do algodoeiro, sob parâmetros de crescimento, fisiológicos e na produtividade de duas cultivares de algodoeiro herbáceo de fibra branca. O experimento foi conduzido em condições de campo, na área experimental localizada no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, campus de Pombal, PB. Os tratamentos foram constituídos a parti de um esquema fatorial de 6 x 2, relativos a seis condições de regime hídrico, sendo cinco épocas de déficit hídrico (E1 = déficit hídrico na fase de crescimento inicial, E2 = déficit hídrico na fase de aparecimento do primeiro botão floral, E3 = déficit hídrico na fase de aparecimento da primeira flor, E4 = déficit hídrico na fase de aparecimento da primeira maçã e E5 = déficit hídrico na fase de aparecimento do primeiro capulho aberto) e uma testemunha (100 de água disponível do solo) aplicados em duas cultivares de (BRS 286 e BRS 336), distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. O déficit hídrico aplicado em cada fase, conforme tratamentos correspondeu a suspensão da irrigação por um período de 14 dias, realizando-se irrigações com lâmina equivalente a testemunha nas demais fases da cultura. As irrigações foram efetuadas com turno de rega fixo de 2 dias, sempre pela manhã, baseadas na disponibilidade de água no solo para as plantas, usando-se um sistema de irrigação localizado, com fitas gotejadoras. No final da fase de formação do capulho, avaliou-se o crescimento, as trocas gasosas, e o rendimento das plantas. Os resultados foram submetidos à análise de variância (Teste F) e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa estatístico Sisvar. Com base nas trocas gasosas, a variedade BRS 286 possui maior potencial de recuperação após o estresse. As cultivares possuem crescimento similar, mesmo sob estresse. Maior produtividade em condição de disponibilidade hídrica ideal foi a cultivar BRS 336. O estresse na fase inicial de crescimento e na de capulho, embora reduza a produção, permite produtividade satisfatória em relação à média nacional. As fases de flor e maçã são as mais sensível ao déficit hídrico, tendo as menores produção.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H., cultivares, déficit hídrico.

ABSTRACT

GROWTH, GAS EXCHANGES AND COTTON PRODUCTION UNDER WATER DEFICIT IN PHENOLOGICAL PHASES

The cotton crop (*Gossypium hirsutum* L.) has great economic importance in Brazil. The hydric limitations in the semi-arid region make the efficient use of irrigation of fundamental importance for the cultivation of species, especially cotton, one of the alternatives is to identify the periods when the crop is susceptible to lack of water to reduce yield losses. The objective of this study was to evaluate the effect of the water deficit applied in different phases of the cotton phenological cycle, under growth, physiological and productivity parameters of two cultivars of white cotton herbaceous cotton. The experiment was conducted under field conditions, in the experimental area located in the Center of Science and Technology Agrifood (CSTA), belonging to the Federal University of Campina Grande, campus of Pombal, PB. The treatments were made based on a factorial scheme of 6 x 2, related to six conditions of water regime, five periods of water deficit (E1 = water deficit in the initial growth phase, E2 = water deficit in the appearance phase of the first Flower bud, E3 = water deficit in the first flower appearance phase, E4 = water deficit in the appearance phase of the first apple and E5 = water deficit in the appearance phase of the first open bud) and a control (100 of available soil water). Applied in two cultivars (BRS 286 and BRS 336), distributed in a randomized complete block design with subdivided plots and four replicates. The hydric deficit applied in each phase, according to treatments, corresponded to the suspension of the irrigation for a period of 14 days, with irrigations with a leaf equivalent to the control in the other phases of the crop. Irrigations were carried out with fixed irrigation shifts of 2 days, always in the morning, based on the availability of water in the soil to the plants, using a localized irrigation system with drip tapes. At the end of the bean formation phase, growth, gas exchange, and yield of the plants were evaluated. The results were submitted to analysis of variance (Test F) and the means were compared by the Tukey test at 5% probability by the statistical program Sisvar. Based on the gas exchange, the BRS 286 variety has greater potential for recovery after stress. The cultivars have similar growth, even under stress. Higher productivity in the condition of ideal water availability was the BRS 336 cultivar. Stress in the initial growth phase and in the bole, although reducing production, allows a satisfactory productivity in relation to the national average. The phases of flower and apple are the most sensitive to water deficit, having the lowest yield.

Key-words: *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H., cultivars, water deficit

1. INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tem grande importância econômica no Brasil, o que é devido a sua multiplicidade de uso, sendo o país o quinto maior produtor mundial e o quarto maior exportador de algodão (SILVA et al., 2011). O algodão é matéria-prima básica da cadeia agrotêxtil, representando cerca de 90% do total das fibras naturais consumidas produzidas no Brasil (ECHER et al., 2010). Na safra de 2014/15 a produção nacional foi cerca de 0,808 milhões de toneladas, em uma área cultivada 1,1 milhões de há (IBGE, 2016), fazendo compreender sua importância, que também está presente na região Nordeste, que responde por 32 da produção e 35% da área plantada, gerando emprego e renda.

O algodoeiro herbáceo é uma planta altamente exigente em luz devido apresentar metabolismo tipo o C3, considerado pouco eficiente, além de apresenta senescência foliar quando no período de maturação de capulho (BELTRÃO et al., 2008). Neste sentido, o cultivo no semiárido Nordestino encontrar fator favorável segundo Silva et al., (2010), a duração do dia solar média é de aproximadamente 12 h, já que a região está próxima a linha do equador.

Todavia, a maioria parte da região Nordeste do Brasileiro é caracterizado por apresentar clima semiárido, onde se tem uma precipitação média abaixo de 800 mm por ano (MARENGO, 2008) e altas taxas de evapotranspiração, cerca de 2000mm por ano, o que torna de grande importância o uso da irrigação para garantia do sucesso no cultivo do algodoeiro.

Ademais, em função das limitações hídrica no semiárido o uso eficiente na irrigação deve ser fundamental para cultivo das espécies em especial o algodoeiro, já que Cia et al., (1999), afirmam ser a quantidade inadequada de água usada na irrigação a principal causa da redução da produção.

Portanto, para se garantir o uso eficiente de água na irrigação, deve-se usar técnicas que proporcionem tal fator, a exemplo do uso de cultivares tolerantes, já que a tolerância ao déficit varia com a espécie e o genótipo usado (SANTOS; CARLESSO, 1998; AYERS; WESTCOT, 1999). Ainda, tal tolerância ao déficit hídrico pode ser variável com a fase fenológica da cultura, a exemplo o algodoeiro, onde no crescimento vegetativo, a cultura é exigente em umidade adequada, já no período de florescimento requer um período de seca relativa (CASTRO et al., 2008).

Neste sentido, explorar fases de tolerância da planta ao déficit hídrico pode ser um forma importante de reduzir a quantidade de água aplicada às plantas sem afetar sua produção (SANTOS; CARLESSO, 1998).

A identificação desses eventos em cultivares se faz necessário para o avanço dos programas de melhoramento genético do algodoeiro no Brasil, pois, a manutenção dos programas de melhoramento que selecionem cultivares produtivos e adaptados às condições edafoclimáticas locais é imprescindível (ECHER et al., 2010; AHMAD et al., 2009). Consequentemente, poucos cultivares têm sido desenvolvidos com características de tolerância à seca (CASAGRANDE et al., 2001). Determinar os períodos em que a cultura encontra-se susceptível a falta de água é em última análise para reduzir perdas de rendimento (CARVALHO et al., 2013). Assim objetivou-se, com este trabalho, estudar o efeito dos períodos de déficit hídrico nas diferentes fases fenológicas de duas cultivares de algodoeiro herbáceo (BRS 286 e BRS 336).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do algodoeiro e sua importância

O algodoeiro é uma planta da família Malvacea, originária do México e América Central, sendo uma das culturas mais importantes na agricultura mundial (CARVALHO et al., 2000). O algodão lidera o grupo das fibras vegetais em todo o mundo, sendo cultivado comercialmente nas regiões temperadas e tropicais de mais de 50 países. As espécies de algodão reconhecidas no mundo são cerca de 50, dentre as quais 4 são cultivadas; duas delas (*Gossypium arboreum* e *G. herbaceum*) são diploides e duas (*G. hirsutum* e *G. barbadense*) são tetraploides (KHADI et al., 2010; LACAPE et al., 2010). Em razão do melhoramento genético, as duas últimas predominam, sendo a *G. hirsutum* responsável por mais de 90% da produção mundial (ZHANG, 2008).

A cultura produz uma das mais importantes fibras têxteis do mundo, pois oferece variados produtos de utilização com grande relevância nas economias brasileiras e mundial, razão a qual é considerada uma das plantas de mais complexo aproveitamento, que figura entre as dez maiores fontes de riqueza do agronegócio do Brasil (COSTA et al. 2005), com uma demanda mundial aumentando gradativamente desde a década de 1950, a um crescimento anual médio de 2% (ABRAPA, 2015).

Na safra 2015/16 estima-se que serão produzidos 23,826 milhões de toneladas, tendo a Índia como maior produtor de algodão com 6,371 milhões de toneladas, ou seja, cerca de 26,7% de todo o algodão em pluma produzido no mundo. A China ocupa a segunda posição com 5,411 milhões de toneladas, em torno de 22,7% da oferta global, enquanto os Estados Unidos são responsáveis por 13,1% da produção mundial, 3,114 milhões de toneladas e o Paquistão é o quarto, com 1,467 milhões de toneladas, cerca de 8,6% da produção global. O Brasil é o quinto maior produtor, sendo responsável pela produção de 1,467 milhão de toneladas de pluma, equivalente a aproximadamente 6,1% da produção mundial para essa safra. O Brasil ainda se destaca como o terceiro maior exportador, o primeiro em produtividade de sequeiro e no cenário interno, é o quinto maior consumidor (ABRAPA, 2015).

Atualmente, no Brasil, a cadeia produtiva da cotonicultura é modernizada, funcionando em bases empresariais, o que aumentou sua competitividade. Apesar disso, a produção brasileira de algodão em pluma na safra 2014/15 foi 13% menor se comparada com a safra passada, com 1.504,1 mil toneladas, ocupando uma área de 976,2 mil hectares. A produtividade foi de 3.915 kg ha⁻¹ e produção de 3.821,6 mil toneladas, com variação negativa de 0,3 e 13,2% em relação à safra passada (IBGE, 2016). Em área plantada, a região Centro-Oeste é a maior, com destaque para os Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás. Já o Nordeste, segundo maior produtor, sofreu um aumento de 1,6% na área plantada. No entanto, as condições adversas do clima impactaram negativamente a produtividade das lavouras, repercutindo na oferta de pluma regional, que apresentou redução de 4,3%, saindo de 542 mil toneladas na safra passada para 518,7 mil toneladas de pluma na atual.

A Bahia é o primeiro produtor regional e segundo maior produtor nacional. Estima-se uma queda de 6,2% na produção desta safra em relação à safra anterior, impulsionada, principalmente, pela queda na produtividade de 6%, que passou de 1.513 kg ha⁻¹ na safra passada para 1.422 kg ha⁻¹ nessa safra. No Maranhão a área do algodão está estimada em 21,4 mil hectares, representando um acréscimo de 14,9% em relação à safra passada. A Paraíba vem como sexto maior em área plantada, produtividade e produção, com variação positiva de 100, 51,5 e 100% (CONAB, 2015).

Durante décadas a cotonicultura despontou como atividade tradicional e de grande importância socioeconômica para a região semiárida do Nordeste do Brasil, devido, principalmente, ao grande contingente de mão de obra nela envolvida, direta e indiretamente, já que sua fibra, produto principal, possui cerca de 400 aplicações industriais (SOUSA JÚNIOR, 2007) e também, durante muito tempo, a principal cultura de subsistência no semiárido do Nordeste brasileiro, sendo de capital importância para a economia da região, uma vez que compreendia 25% da renda agrícola e ocupava aproximadamente 60% da força de trabalho do campo (SOUZA, 1986).

É importante a busca pela racionalização dos fatores ambientais envolvidos no processo produtivo. A partir do momento em que o alto custo de produção na cotonicultura leva até mesmo produtores estruturados e com características

empresarias a questionar a respeito do sistema de produção adotado, por causa das frequentes crises que a agricultura atual enfrenta, deve-se adotar uma política mais séria em relação à questão produtiva e tecnológica no País, além de práticas mais sustentáveis de manejo (BELTRÃO et al. 2011).

2.2. Escassez e suprimento hídrico na região semiárida

O semiárido abrange a maior parte dos Estados do Nordeste, a região setentrional de Minas Gerais e o norte do Espírito Santo, ocupando uma área total de 969.589,4 km² (CIRILO, 2008).

A região semiárida é caracterizada por temperatura média anual variando de 23 a 27°C, e comparada com as demais regiões semiáridas do mundo, o semiárido do Brasil é um dos mais chuvosos do planeta, com precipitação média anual de 750 mm, embora em algumas áreas a precipitação média não ultrapasse os 400 mm anuais, alta insolação média anual (2800 horas por ano), evaporação maior que 2000 mm por ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%. O balanço chuva *versus* evaporação é desfavorável em razão do volume de água evaporado ser cerca de três vezes o volume de água precipitado. Somente nos meses que se concentram as chuvas é que este balanço é positivo e propicia condições para a prática da agricultura (MONTEIRO, 2007; MONTENEGRO & MONTENEGRO, 2012).

A situação se agrava expressivamente com a atual situação da crise hídrica dos últimos anos, devido aos efeitos do clima, associados à reduzida disponibilidade, seja quantitativa ou qualitativa, de água superficial e subterrânea devido ao baixo índice pluviométrico dos últimos quatro anos.

É uma região que se caracteriza principalmente, pela escassez de água, decorrente da baixa incidência de chuvas, e atualmente vem sofrendo com a maior seca dos últimos 50 anos. O regime de chuvas irregular e escasso é marcado pela concentração das precipitações em uma única estação, de apenas três meses ao ano, em anos de precipitação normal. O principal período da chuva da porção setentrional da região semiárida do Brasil se estende de fevereiro a maio (LIMA, 2011) com irregularidades distribuídas no tempo e no espaço.

Nessa região, a chuva pode representar a única fonte de realimentação da umidade do solo. Com a escassez hídrica dos últimos anos, a prática da irrigação

aparece como alternativa eficiente pra minimizar perdas no sistema de produção agrícola dessa região. Suprir a evapotranspiração da cultura com a aplicação de água de irrigação faz-se necessário sempre que a água proveniente da precipitação efetiva não for suficiente para atender à demanda hídrica das plantas, e a disponibilidade de água do solo for esgotada em níveis que provocarão redução significativa de produtividade (GOMIDE & ALBUQUERQUE, 2008).

A disponibilidade irregular de água no solo afeta a produção agrícola enquanto a utilização da irrigação, geralmente praticada para suplementar a precipitação natural no atendimento das necessidades hídricas das culturas (FARIAS et al., 2000) tem assegurado o crescimento e o desenvolvimento das culturas, melhorando substancialmente a produtividade (AMORIM NETO et al., 2001).

Os principais objetivos almejados com o uso da técnica da irrigação nas quais englobam a maximização da produção, a racionalização do uso da mão-de-obra, energia, água e fertilizante e a aplicação correta da água, são indispensáveis para adotar o manejo correto dessa técnica (MIRANDA & PIRES, 2003) na região. Então, a quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação e o momento de aplicação desta água, são parâmetros governados pelas condições climáticas locais, pelo tipo de cultura e seu estágio de crescimento e desenvolvimento, pela profundidade efetiva do sistema radicular e pela capacidade de armazenamento de água no solo (GOMIDE & ALBUQUERQUE, 2008).

De modo a usar a água de forma racional nas culturas é importante definir o momento de irrigar, a quantidade e as alternativas que minimizam os efeitos da deficiência hídrica nas plantas (BONFIM et al. 2012), podendo gerar condições de déficit hídrico, característicos nas regiões áridas e semiáridas (CHAVES & OLIVEIRA, 2004; DUARTE et al., 2011).

Como o recurso água nessas regiões é limitado devido à má distribuição das chuvas, na maioria dos Estados, em suas áreas cultivadas, não há suprimento adequado de água para atender as necessidades hídricas das culturas durante todo ano, interferindo no crescimento e desenvolvimento das plantas (AZEVEDO et al., 2005; FAGAN et al., 2009). Nesse cenário, evidencia-se que a irrigação é indispensável às culturas e, especificamente, a do algodoeiro porque os cultivos são

realizados tanto de sequeiro como irrigado, na maioria das vezes, na estação seca, sendo imprescindível a irrigação desde a germinação até a maturação dos frutos.

De modo geral, as inovações tecnológicas e a pesquisa são indispensáveis para enfrentar os desafios presentes quanto à disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, visto a ampliação dos conflitos entre os usuários com consequência da vulnerabilidade que se apresenta nos sistemas hídricos da maioria dos países e nações (SALES, 2012).

2.3. Déficit hídrico nas fases fenológicas do algodoeiro

Para se obter uma germinação de qualidade, condições favoráveis de umidade de solo, temperatura do ar e oxigênio, são fatores fundamentais. O estabelecimento das plântulas é um dos três períodos chaves para o crescimento do algodão. Na embebição, caracterizada pela absorção de água pelas sementes, a limitação de água pode diminuir a velocidade da germinação ou até impedi-la. Assim, potenciais matriciais podem impedir a absorção de água, comprometendo a sequência de eventos do processo germinativo (TORRES et al., 1999).

A emergência do algodoeiro em condições de campo pode durar de 4 a 10 dias após o semeio, necessitando para emergência e estabelecimento, temperaturas do solo superior a 20°C e temperaturas do ar entre 25 e 30°C (MARUR, 1993). Nessa fase, deve haver disponibilidade de água no solo ideal para germinação e estabelecimento do algodoeiro (DOOREMBOS & KASSAM, 1994).

Todavia, a seleção de genótipos resistentes ao déficit hídrico na fase de germinação pode levar à identificação e a compreensão dos mecanismos de tolerância à seca, os quais são fundamentais no desenvolvimento de novos cultivares tolerantes ao déficit hídrico (ECHER et al. 2010).

A germinação das sementes sob deficiência hídrica tem se mostrado dependente da espécie ou do cultivar, da qualidade fisiológica e do tamanho das sementes (MARTINELLI et al., 2000).

Depois da emergência do algodoeiro, inicia-se a fase de desenvolvimento vegetativo com formação de folhas que tem como principal função a interceptação da luz solar e produção de fotoassimilados. Ao longo do crescimento, seus órgãos vegetativos competem com órgãos reprodutivos por estes fotoassimilados, além de apresentar um sistema fotossintético pouco eficiente do ponto de vista fisiológico

(C₃) e uma estrutura do dossel que proporciona distribuição irregular das folhas para interceptação da luz (BELTRÃO et al., 2008).

Como o crescimento é controlado pela divisão celular, seguida de sua expansão, uma quantidade de água insuficiente, que mantenha células das zonas de crescimento em condições de flacidez, reduz o coeficiente de divisão celular e mais ainda a expansão de todas as células, impedindo, assim, o crescimento vegetativo das plantas (BELTRÃO et al. 2011).

O déficit hídrico pode reduzir o tamanho dos botões florais, devido à menor fotossíntese. O dano ao tamanho futuro do capulho é minimizado nesse estágio porque a planta primeiramente reduzirá o crescimento vegetativo e a produção de posições frutíferas e abortará botões pós-florescimento para preservar os assimilados para os frutos remanescentes. O estresse por déficit hídrico no pré-florescimento pode reduzir a produtividade pela menor área foliar (interceptação da radiação), e o déficit hídrico severo limitará a produção das posições frutíferas. O estresse por falta de água será mais importante durante a produção de botões florais antes do florescimento, já que a planta precisa estabelecer um dossel e um número de botões suficiente para ter um potencial produtivo alto (YEATES, 2014).

O algodoeiro necessita de uma maior quantidade de água, pouco antes e durante a fase de primeiro botão floral (REICHARDT, 1990). A deficiência hídrica reduz o desenvolvimento dessa planta, podendo até interrompê-lo, ocasiona a queda de flores e frutos, e encurtamento das fibras (PASSOS et al., 1987). O algodoeiro é considerada uma planta muito sensível às variações do conteúdo de água do solo durante a floração (HEARN, 1975; RAO et al., 1978).

O déficit hídrico é um dos tipos de estresse abiótico mais crítico e comum que acometem as lavouras conduzidas em ambientes semiáridos. Seus efeitos são evidentes em qualquer estágio fenológico da planta, podendo variar de acordo com a severidade e duração do déficit (FAROOQ et al., 2009).

De maneira geral, o algodoeiro apresenta boa tolerância ao déficit hídrico. No entanto, pode apresentar perdas significativas na produtividade, quando o estresse hídrico ocorre na fase de floração e frutificação (AZEVEDO et al., 1993; NUNES FILHO et al., 1998).

2.4. Déficit hídrico na fisiologia do algodoeiro

A disponibilidade e qualidade de água afeta o crescimento e os processos fisiológicos de todas as plantas, já que a água é o componente primário do crescimento ativo das plantas, variando entre 70-90% da massa fresca das plantas (GARDNER et al., 1984).

Devido ao seu papel predominante no transporte de nutrientes da planta, nas reações químicas e enzimáticas, na expansão celular, e na transpiração, o estresse hídrico resulta em alterações anatômicas e morfológicas, bem como mudanças na fisiologia e nos processos bioquímicos, afetando diversas funções das plantas (HSIAO, 1973; KRAMER, 1980).

Dentre os fatores que afetam o crescimento, o comportamento fisiológico e a produtividade dos vegetais, pode-se destacar o déficit hídrico como um dos mais impactantes (BILIBIO et al., 2010; LIMA et al., 2012).

O déficit hídrico tem efeito em diversos processos fisiológicos das plantas, visto que o estresse geralmente aumenta a resistência difusiva ao vapor de água, mediante fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e, conseqüentemente, o suprimento de CO₂ para a fotossíntese. Muitos desses efeitos refletem mecanismos de adaptação das plantas ao ambiente (NOGUEIRA, 1997).

A necessidade hídrica das culturas condiciona as atividades fisiológicas e metabólicas das plantas (BALDO et al. 2009). Quanto maior a disponibilidade de água no solo melhor a capacidade de absorção de nutrientes pelas raízes e maior a eficiência fotossintética, resultando em um máximo rendimento agrícola (AZEVEDO et al., 1993).

Na maioria dos estudos com o algodoeiro, tem-se até o presente, pesquisado os efeitos do excesso ou da deficiência temporária de água no solo sem a verificação simultânea de fatores que podem interferir na capacidade dessa cultura resistir a esse tipo de estresse. Entre os fatores, destacam-se o período de duração do estresse, o estágio de desenvolvimento das plantas, a cultivar, as estratégias fisiológicas para resistência ao estresse e a aplicação ou não de bioreguladores capazes de minimizar os efeitos danosos à planta (BALDO et al. 2009).

Em resposta à falta de água, as plantas desengatilham vários eventos fisiológicos sendo mais comum o ajustamento osmótico onde elas se ajustam para manter o potencial hídrico e a turgescência das células próximos ao nível adequado.

Tais processos são conseguidos por meio do acúmulo de solutos orgânicos de baixo peso molecular no citosol, destacando-se açúcares solúveis, prolina e aminoácidos livres (NEPOMUCENO et al., 2001).

A desidratação celular, consequência da redução na absorção de água, inviabiliza os processos fisiológicos que comprometem os componentes do crescimento vegetal (PÁEZ et al., 1995). A deficiência hídrica reduz a multiplicação e o alongamento celular, resultando em plantas menores, portanto, reduzindo a área foliar. A fase reprodutiva é a mais afetada, visto que há diminuição da área fotossinteticamente ativa ocasionando decréscimo na translocação de fotoassimilados às flores, causando baixa taxa de polinização e abscisão dos órgãos reprodutivos (KRAMER et al., 1995).

Os mecanismos de adaptação das plantas submetidas a estresses abiótico variam expressivamente em função dos genes envolvidos na rota de resistência, porém, vários autores reportam que plantas tolerantes desengatilham naturalmente processos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos, na tentativa de minimizar os efeitos causados pelo estresse (NOGUEIRA et al., 2006; AZEVEDO NETO et al., 2010; PEREIRA et al., 2012).

As contribuições relativas da abertura estomática e dos processos metabólicos para a diminuição da fotossíntese em plantas sob estresse ainda estão sendo estudados e debatidos (LOKA et al., 2011).

Quanto às relações hídricas e trocas gasosas, sabe-se que o influxo de CO₂ ocorre necessariamente através dos estômatos no processo fotossintético ocorrendo também o efluxo de água, por meio da transpiração, sendo o movimento estomático o principal mecanismo de controle das trocas gasosas nas plantas superiores. Desta forma, a indisponibilidade hídrica no solo pode causar fechamento estomático limitando a condutância estomática e a transpiração, o que reduz, consequentemente, a taxa de fotossíntese (SILVA et al., 2010).

De acordo com Chaves & Oliveira (2004) e Flexas et al. (2004), o decréscimo da difusão de CO₂ de fora da planta para o local da carboxilação é a principal causa de redução das taxas fotossintéticas na maioria das condições de estresse. A redução da difusão de CO₂ tem sido atribuída ao fechamento estomático, à redução da condutância no mesófilo, ou a uma combinação destes fatores (FLEXAS et al., 2002; WARREN et al., 2004).

De acordo com Paiva et al. (2005), o decréscimo na disponibilidade de água no solo ocasiona queda no potencial da água nas folhas das plantas, levando à perda de turgescência e à redução da condutância estomática. A redução da taxa de assimilação de CO₂ durante o estresse hídrico deve-se à redução na disponibilidade de CO₂ no interior da folha, causada pelo fechamento dos estômatos em resposta à redução da disponibilidade de água no solo. Esse aumento da resistência à difusão gasosa e a diminuição na taxa de assimilação de CO₂ determina menor perda de água por transpiração, além de poder afetar a fotossíntese.

De acordo com Grimes et al. (1969), existe uma correlação positiva entre o rendimento e o número de capulhos produzidos. No entanto, as funções bioquímicas ou metabólicas que afetam a retenção do capulho não foram devidamente investigadas. Tanto a taxa como o tipo de irrigação foram mostrados afetar a produção e a retenção do capulho (RITCHIE et al., 2009; WHITAKER et al., 2008; DUMKA et al., 2004) mas as explicações fisiológicas não são claras. A maioria dos estudos têm centrado nas consequências do estresse hídrico sobre a matéria seca, o número e peso do capulho, bem como na produtividade da fibra e suas correlações para a fotossíntese foliar e nas relações hídricas das plantas, sem qualquer ênfase nos processos bioquímicos e metabólicos das próprias unidades reprodutivas.

2.5. Déficit hídrico na produtividade

O déficit hídrico nas plantas depende tanto do abastecimento de água no solo como da demanda evaporativa da atmosfera. Em geral, o déficit hídrico da planta é definido como a condição em que o potencial hídrico da planta e o turgor diminuem o suficiente para inibir a função normal das plantas (HSIAO et al., 1973).

O Déficit hídrico afeta negativamente o desempenho da planta e desenvolvimento do rendimento em todo o mundo (BOYER, 1982). O déficit hídrico reduz a expansão celular e das folhas, o alongamento do caule e o índice de área foliar (JORDAN et al., 1970; McMICHAEL & HESKETH, 1982; TURNER et al., 1986; BALL et al., 1994; GERIK et al., 1996).

A produtividade das plantas, limitada pela água, depende da quantidade disponível desse recurso e da eficiência de uso pelo organismo. Uma planta capaz de obter mais água ou que tem maior eficiência no seu uso resistirá melhor à seca.

Algumas plantas possuem adaptações, como os tipos fotossintéticos C₄ e CAM, que lhes permitem explorar ambientes mais áridos (TAIZ & ZEIGER, 2013).

A identificação desses eventos em cultivares se faz necessária para o avanço dos programas de melhoramento genético do algodoeiro no Brasil, pois, a manutenção dos programas de melhoramento que selecionem cultivares produtivos e adaptados às condições edafoclimáticas locais é imprescindível (AHMAD et al., 2009).

A adequada disponibilidade hídrica concorre para aumento de produtividade e obtenção de fibra de melhor qualidade. Por outro lado, a deficiência hídrica, diminui a resistência e a finura da fibra, o diâmetro do caule, a altura de planta e, conseqüentemente, a produtividade (NUNES FILHO et al., 1998, CORDÃO SOBRINHO et al., 2007).

A deficiência hídrica é um dos mais severos estresses ambientais, com efeitos evidentes no crescimento e na produtividade vegetal, e prejudica mais que todos os outros estresses combinados, podendo ocorrer em qualquer local, mesmo em regiões úmidas (RAMPIONO, 2006; WANG et al., 2003).

Bertini et al. (2006), estudando a diversidade genética do algodoeiro cultivado em várias regiões do Brasil, mostraram que estas cultivares apresentam limitada diversidade genética, pois muitas variedades de algodão *G. hirsutum* var. *latifolium* têm sido desenvolvidas a partir de cruzamentos com ancestrais próximos, obtendo apenas um limitado aumento na produtividade.

O rendimento da fibra é geralmente reduzido sob estresse hídrico, devido a reduzida produção de capulhos, em função principalmente da produção de menos flores e maçãs (STOCTON et al., 1961; GRIMES, 1969; GERIK et al., 1996), além do aumento das taxas de aborto de maçãs quando o estresse severo durante a fase de crescimento reprodutivo (GRIMES & YAMADA, 1982; McMICHAEL & HESKETH, 1982; TURNER et al., 1986). Além disso, Pettigrew (2004) relata que a distribuição, tanto vertical como horizontal dos capulhos foi afetada pelo estresse hídrico, com as plantas estressadas retendo mais capulhos na primeira posição de frutificação e produzindo menos capulhos acima do nó 11 da haste principal em comparação ao controle, com este último autor especulando que a redução observada na produtividade da fibra foi devido à perda dessas posições de frutificação bem como da redução de fibra por semente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido em condições de campo, entre os meses de junho e dezembro de 2015, na área experimental localizada no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, em Pombal, PB (Figuras 1 e 2), localizada sob as seguintes coordenadas geográficas: latitude $6^{\circ} 47' 52,15''$ S e longitude $37^{\circ} 48' 10''$ W, a uma altitude de 185 m.

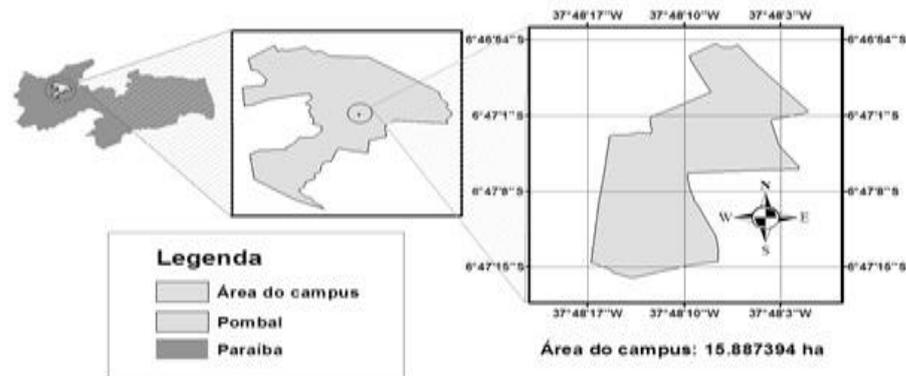


Figura 1. Mapa de localização do município de Pombal, PB e o campus da UFCG.



Figura 2. Imagem de satélite da localização da área de estudo (linha em vermelho), UFCG, Campus Pombal, PB.

3.2. Clima da região

Segundo a classificação de Koppen, o clima predominante da região é do tipo BSh, ou seja, semiárido quente e seco, apresentando um período de chuvas irregulares entre os meses de fevereiro a junho e um período de seca entre os meses de julho a janeiro com precipitação média de 750mm e evapotranspiração média anual de 2000mm.

3.3. Caracterização do solo

Em junho de 2015, antes do preparo do solo, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-20 cm para caracterização físico-química, submetidas às análises de acordo com a metodologia proposta pela (EMBRAPA, 1997). As amostras foram verificadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande – LIS/UFCG, Campina Grande, PB, estando os dados dispostos na Tabela 1.

Tabela 1: Atributos físico-hídricos e químicos do solo utilizado no experimento, com amostras coletadas na profundidade de 0 – 20 cm, Pombal-PB, 2015.

Física –Hídrica	VALOR	QUÍMICA	VALOR
Granulometria (%)		Complexo Sortivo (meq 100 g⁻¹)	
Areia	80	Cálcio (Ca ⁺)	3,34
Silte	14,06	Magnésio (Mg ⁺²)	1,66
Argila	5,49	Potássio (K ⁺)	0,06
Classificação textural	Areia franca	Sódio (Na ⁺)	0,44
Densidade do solo	1,48	Fosforo assimilado (mg 100 g ⁻¹)	5,43
Densidade das partículas (g cm ³)	2,64	Nitrogênio	0,04mg/100g
Porosidade (%)	43,94	Extrato de Saturação	
Umidade (%)		pH	6,34
Natural	3,03	CE _{es} (ds m ⁻¹)	0,6
0,1 atm	20,33	Cloreto (meq/L ⁻¹)	3
0,33 atm	17,11	Carbonato (meq L ⁻¹)	0
1,0 atm	7,91	Bicarbonato (meq L ⁻¹)	3
5,0 atm	3,97	Sulfato (meq L ⁻¹)	Ausência
10,0atm	3,57	Cálcio (meq L ⁻¹)	1,37
15,0 atm	3,43	Magnésio (meq L ⁻¹)	3,38
Água disponível	16,9	Potássio (meq L ⁻¹)	0,74
		Sódio (meqL ⁻¹)	0,54

Fonte: Laboratório de Irrigação e Salinidade, UFCG, Campina Grande

3.5. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram constituídos em esquema fatorial de 6 x 2, relativos a seis condições de regime hídrico, sendo cinco épocas de déficit (E1 = déficit hídrico na fase de crescimento inicial, E2 = déficit hídrico na fase de aparecimento do primeiro botão floral, E3 = déficit hídrico na fase de aparecimento da primeira flor, E4 = déficit hídrico na fase de aparecimento da primeira maçã e E5 = déficit hídrico na fase de aparecimento do primeiro capulho aberto) aplicados em duas cultivares de algodoeiro herbáceo o BRS 286 (C1) e o BRS 336 (C2) em 4 repetições, sob delineamento experimental de blocos casualizados e parcela subdividida.

O estresse hídrico aplicado em cada fase, conforme tratamento, correspondeu a suspensão da irrigação por um período de 14 dias, realizando-se irrigações com a lâmina equivalente a testemunha nas demais fases da cultura. No quadro 1 se encontram as épocas de déficit hídrico conforme as fases fenológicas do algodoeiro e o total de dias de retorno da irrigação até a ocorrência da avaliação final.

Quadro 1: Datas de ocorrência dos tratamentos e dias de retornos das irrigações até a ocorrência da avaliação.

Tratamento	Época do déficit	Início	Final	Tempo
Déficit na fase de crescimento inicial (T2)	22/07 a 05/08 (14 dias)	29 DAG	43 DAG	71 DAG
Déficit na fase de botão floral (T3)	03/08 a 17/08 (14 dias)	40 DAG	54 DAG	60 DAG
Déficit na fase de flor (T4)	18/08 a 31/08 (14 dias)	54 DAG	68 DAG	46 DAG
Déficit na fase de maçã (T5)	26/08 a 08/09 (14 dias)	62 DAG	76 DAG	38 DAG
Déficit na fase de capulho (T6)	03/10 a 16/10	100 DAG	114 DAG	0

DAP = dias após plantio; DAG = dias após germinação

3.6. Cultivares de algodoeiro herbáceo

As cultivares de algodoeiro herbáceo estudadas foram a BRS 286 e a BRS 336, que são as cultivares mais plantadas no momento das produzidas pela Embrapa e por isso as mais pesquisadas. As sementes foram disponibilizadas pela Embrapa Algodão (CNPA) no município de Campina Grande, PB.

3.7. Instalação do experimento

3.7.1. Preparo do solo

O preparo do solo da área experimental foi realizado 15 dias antes do plantio, por meio de aração com grade aradora na profundidade de 20 cm.

3.7.2. Adubação

Em função dos resultados da análise química do solo as adubações foram realizadas em três aplicações: a primeira em fundação, correspondente a aplicação de 250 kg ha⁻¹ de MAP (fosfato monoamônico); a segunda no surgimento dos botões florais (30 a 40 dias após germinação) onde se aplicou 100 kg ha⁻¹ de Nitrogênio (na forma de ureia) e a terceira no florescimento (60 a 70 dias após germinação) onde se aplicou 200 kg ha⁻¹ de Nitrogênio (na forma de sulfato de amônia) e 80 kg ha⁻¹ de Potássio (na forma de cloreto de potássio) (CARVALHO, et al. 2007).

3.7.3. Espaçamento e arranjo de plantas

As cultivares de algodoeiro herbáceo foram plantadas em fileiras simples, com espaçamento de 1,0m entre linhas x 0,10m entre plantas. Cada subparcela foi constituída de uma linha de 6 m de comprimento por 1 m de largura, com área útil cada de 4 m, deixando 1 m² de cada lado para efeito de bordadura. Cada bloco possuía uma área de 144 m² e área total do experimento de 24 m x 27 m (648 m²).

3.8. Monitoramento da umidade do solo

A umidade do solo foi monitorada utilizando-se sondas do modelo Delta-T, que determinam a umidade do solo pelo método da reflectometria no domínio da frequência, com leituras diárias obtidas nas profundidade de 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,60 e 1,00m, com tubos de acesso instalados em cada tratamento estudado. Os valores do conteúdo volumétrico de água no solo foram utilizados nos cálculos de reposição de água com base em 100% da água disponível do solo, além do monitoramento da condição de umidade do solo nos tratamentos sob estresse hídrico.

3.9. Sistema de irrigação

A aplicação de água foi realizada por um sistema de irrigação localizado, com fitas gotejadoras e emissores espaçados de 10 em 10 cm. Cada tratamento teve uma linha lateral espaçadas de 1m x 1m com 6 metros de comprimento cada. As fitas gotejadoras (linha lateral) foram conectadas a uma linha secundária de tubo de PVC com diâmetro de 32mm. Cada linha lateral teve um registro de passagem para aplicar os tratamentos determinados para cada fase. A tubulação principal foi composta por um tubo de PVC de 50”.

Posteriormente, após a montagem do sistema de irrigação e início da condução do experimento, foi determinado o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) que foi de 91%, determinando a eficiência de aplicação, conforme equação abaixo:

$$CUD = \frac{Lq}{Lm} \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

CUD: coeficiente de uniformidade de distribuição, %;

Lq: média dos primeiros 25% menores valores de lâminas coletadas na avaliação (média do maior quartil), mm*;

Lm: lâmina média de todas as observações, mm.

3.10. Manejo da irrigação

As irrigações foram efetuadas com turno de rega fixo de dois dias, sempre pela manhã, baseadas na disponibilidade de água no solo para as plantas.

As quantidades de água de reposição foram calculada em função do tratamento sem déficit (T1: 100% de água disponível AD). O conteúdo de água do solo foi determinado utilizando-se um equipamento portátil Delta-T (conforme descrição do item 3.8). Para tanto, foi instalado 1 tubo de acesso, com 1,0m de comprimento, em cada tratamento, nos quais se inseria, diretamente, o equipamento para obter as leituras de frequência relativa (FR) foram realizadas diariamente, nas profundidades de 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,60 e 1,00m. O conteúdo médio de água no solo usado na irrigação, foi calculado pela média dos valores de umidade entre as camadas de 0,1 e 0,40m.

Os dados obtidos foram usados para o cálculo da reposição de água e o tempo das irrigações com o auxílio de uma planilha eletrônica em Excel, usando-se as equações 2 e 3 (Eq. 2 Eq. 3).

$$IRNloc = \frac{(\theta_{cc} - \theta_a)}{10} \times Z \quad \text{Eq.2}$$

Onde:

IRNloc_(real): irrigação real necessária para irrigação localizada (mm);

CC: capacidade de campo, % de volume;

Ua: umidade atual do solo, % de volume;

Z = profundidade de coleta de dados (40 cm).

$$ITNloc = \frac{IRNloc}{Ea} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

ITNloc: irrigação total necessária para irrigação localizada;

Ea: eficiência de aplicação.

3.11. Variáveis analisadas

3.11.1. Parâmetros de crescimento

Foram avaliadas em quatro plantas por parcelas, no final do déficit T6 (fase de capulho), as variáveis altura de planta (cm), diâmetro caulinar (mm) e área foliar (cm².planta⁻¹):

A) Altura da planta (AP - cm)

Foram determinadas medindo-se, em centímetros, usando-se uma fita métrica, a distância compreendida entre a base da planta até seu ponteiro principal.

B) Diâmetro caulinar (DC - mm)

Medido, a um cm da superfície do solo, com uso de um paquímetro digital, na no caule da planta.

C) Área foliar (cm².planta⁻¹)

Foi determinada com auxílio de uma régua milimetrada, medindo-se, em 6 folhas (2 no terço superior, 2 do terço médio e 2 do terço inferior), o comprimento longitudinal das nervuras principal, cujos dados foram usados para determinar a média deste comprimento(x), que ao ser aplicado na equação 4, descrita por

(GRIMES & CARTER, 1969) obteve-se a área foliar por folha. Ao multiplicar o resultado na equação pelo número de folhas (NF) obter-se a área foliar por planta.

$$AF = (0,4322 \cdot X^{2,3032}) * NF \quad \text{Eq. 4}$$

Onde:

AF= área foliar ($\text{cm}^2 \cdot \text{planta}^{-1}$)

X= comprimento longitudinal da nervura principal da folha (cm)

NF= número de folha

3.11.2. Índices fisiológicos

Foram avaliados em duas plantas por parcelas, no final do período de déficit T6 (fase de capulho), (as trocas gasosas das plantas). Para tanto, realizou-se medições pontuais período de 7 a 10 horas da manhã, em folhas totalmente expandidas e completamente formadas com uso de analisador de gás por infravermelho (IRGA) modelo – LCPro + (Analytical Development, Kings Lynn, UK), mensurando-se as seguintes variáveis (SCHOLLES & HORTON, 1993; NEVES, et al., 2002; KONRAD et al., 2005; RIBEIRO, 2006; WANDERLEY, 2013):

- A) Fotossíntese (A) ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
- B) Concentração interna de CO_2 (Ci) ($\text{mmol de CO}_2 \text{ m}^{-2}$)
- C) Transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
- D) Condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
- E) Eficiência instantânea no uso da água (EUA) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$] a EUA foi calculada, pela razão entre a fotossíntese e a transpiração (A/E).
- F) Eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mmol de CO}_2 \text{ m}^{-2})^{-1}$] A EICi foi calculada, pela razão entre a fotossíntese e a concentração interna de CO_2 (A/Ci).

3.12. Produtividade do algodão em caroço

Foram colhidas e pesadas na área útil de cada subparcela, as plumas de algodão com caroço, o que permitiu determinar a produção por subparcela e a estimativa da produtividade de algodão em caroço por hectare (kg ha^{-1}).

3.13. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (Teste F) e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância pelo programa estatístico Sisvar.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudando-se as trocas gasosas das plantas de algodoeiro ao final do ciclo e submetidas ao déficit hídrico nas fases fenológicas, verificou-se diferença na condutância estomática (g_s) e transpiração (E) entre as fases fenológicas de submissão do déficit hídrico em interação com as cultivares (Tabela 2), nesta situação, pode-se dizer que a tolerância do algodoeiro ao déficit hídrico depende da fase fenológicas e das cultivares. Na fotossíntese líquida e na concentração interna de CO_2 assim como na eficiência intrínseca no uso da água (EiUA) e instantânea da carboxilação (EiCi) não se verificou efeito significativo dos fatores, seja em interação ou de forma isolada.

Tabela 2: Análise de variância dados fisiológicos. Concentração interna de CO_2 (Ci), condutância estomática (g_s), Transpiração (E), Fotossíntese (A), Eficiência instantânea no uso da água (EiUA) e Eficiência intrínseca da carboxilação (EiCi) sob déficit hídrico durante 14 dias nas diferentes fases fenológicas do algodoeiro.

FV	GL	Ci	g_s	E	A	EiUA	EiCi
Bloco	3	2027,520833	0,005472	4,078402	15,961569	4,339124	0,001081
Déficit (T)	5	827,97 ^{ns}	0,0119 ^{**}	2,3559 [*]	29,5421 ^{ns}	1,1366 ^{ns}	0,0006 ^{ns}
Erro 1	15	720,47	0,001201	0,598902	16,2350	1,817959	0,000832
Cultivar (C)	1	305,02 ^{ns}	0,000008 ^{ns}	0,0892 ^{ns}	0,2173 ^{ns}	0,1312 ^{ns}	0,0004 ^{ns}
Inter (T x C)	5	1873,17 ^{ns}	0,0040 [*]	0,7305 ^{**}	17,7672 ^{ns}	1,1491 ^{ns}	0,0010 ^{ns}
Erro 2	18	911,92	0,001032	0,086391	13,9481	0,509528	0,000835
CV 1 (%)		13,72	17,40	19,70	26,10	34,20	35,15
CV 2 (%)		15,44	16,13	7,25	24,19	18,10	35,20
MG		195,64	0,1991	4,0522	15,4377	3,9427	0,0820

^{ns}, ^{*} e ^{**}, não significativo e significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente pelo teste de "F".

Nas variáveis Ci, A, EiUA e EiCi, como observado na Tabela 2 da análise de variância, não houve efeito significativo na avaliação final do ciclo, nos tratamento que foram retornados a ser irrigados devido ao possível recuperações e nem no tratamento que ocorreu os 14 dias de déficit na fase de capulho, pois o déficit não foi suficiente para ocasionar diferenças significativas nestas variáveis de trocas gasosas. Alguns autores atribuem a manutenção, aproximadamente constante, do Ci durante o déficit hídrico a uma condutância estomática não uniforme ao longo do mesófilo (CALBO; MORAES, 1997), por outro lado, Souza et al. (2001) informam que uma consequência do fechamento dos estômatos é a redução da concentração

de CO² intercelular, todavia, isso não foi observado neste trabalho, já que houve variação nos valores de *g_s*, mas não ocorreu redução na disponibilidade de CO₂ na câmara subestomática.

Na variável fotossíntese, resultados semelhantes foram encontrados por Araújo et al. (2015), estudando as mesmas variedades de algodoeiro, a BRS 286 e a BRS 336, pois não verificaram diferenciação entre os genótipos e os tratamentos de déficit hídrico para a fotossíntese líquida. De acordo com Yeates (2014), no início do déficit hídrico, o aparato fotossintético do algodoeiro pode continuar em atividade para garantir fotoassimilados para a divisão celular, o que corrobora com os dados deste trabalho. Todavia, acredita-se que o aumento da severidade do estresse venha a afetar também a fotossíntese, já que a *g_s* das plantas de algodoeiro foi afetada, o que vai limitar a entrada de substrato.

Observando-se a interação entre o déficit hídrico e as cultivares estudadas através da variável *g_s*, verifica-se as melhores médias nas plantas da cultivar BRS 336 (figura 1), quando foi submetida ao déficit hídrico no período de botão floral, com valor médio de 0,2625 mol de H₂O m⁻² s⁻¹, todavia, tal valor não se diferenciou, estaticamente, dos obtidos nas plantas desse genótipo sob estresse nas fases de flor e formação da maçã (E4 e E5). Semelhante, em parte, ao que se observa na variedade BRS 286, na qual se nota as maiores condutâncias estomáticas quando as plantas foram submetidas ao estresse durante a fase de Botão floral e Flor.

Oliveira (2005), estudando condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão, observou efeito significativo na condutância estomática, verificando, ainda, variações nos resultados da condutância estomática nas fases fenológicas do feijão sob estresse hídrico, assim como neste trabalho, o que pode ser relativo a mecanismos de tolerância das plantas, assim, o fato de ter sido observado maior condutância nas plantas que sofreram estresse na fase de botão floral e flor aberta em uma avaliação que ocorreu na formação da produção, pode ser uma forma de tentar recuperar ou reestabelecer o potencial produtivo e garantir a produção das plantas.

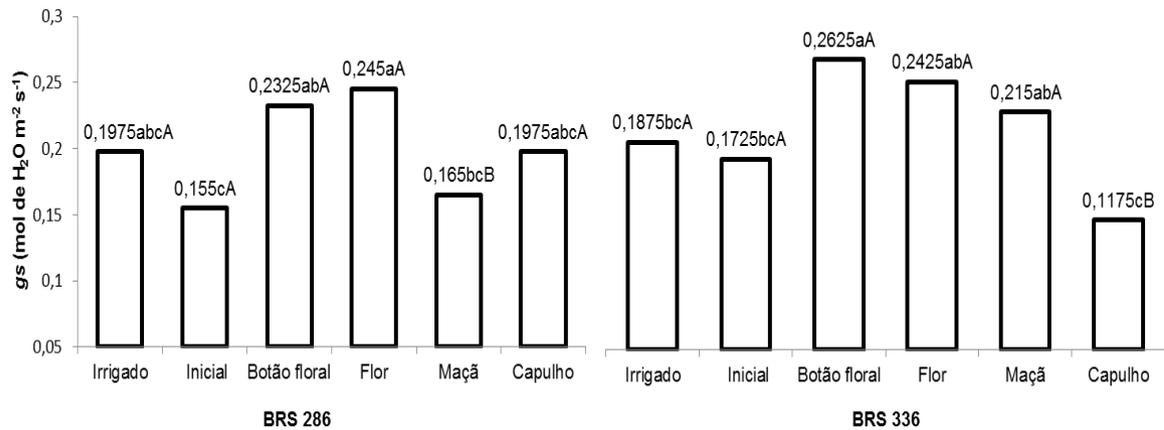


Figura 1: Histograma do desdobramento da variável condutância estomática, representando-se em letra minúscula o teste de média dos déficits dentro de cada cultivar e em letra maiúscula as cultivares dentro de cada déficit, para as cultivares BRS 286 e BRS 336 em ciclo total irrigado e os tratamentos de déficit nas fases fenológicas: crescimento inicial, botão floral, flor, maçã e capulho.

Paiva (2005), indica que, quando o déficit de água no solo não é muito acentuado, as variações da condutância estomática obedecem à mesma tendência das plantas sem restrição hídrica, o que pode ser notado neste trabalho na variedade BRS 336, já que os menores valores foram observados nas plantas sob déficit na fase de capulho, após a qual as avaliações foram realizadas.

Observando-se a condutância estomática das cultivares dentro de cada fase de déficit, verifica-se que ocorreu diferenças significativas entre as cultivares quando submetidas ao déficit nas fases de maçã e capulho, verificando-se que, quando se aplicou o estresse na fase de maçã, as maiores médias foram observadas nas plantas da cultivar BRS 336, já quando se aplicou o estresse na fase de capulho a cultivar BRS 286 foi superior (Figura 1), o que pode ser relativo a um maior potencial de recuperação da cultivar BRS 286. Com isso, ainda, pode dizer que a condutância estomática em plantas do algodoeiro variou de acordo com o estresse aplicado nas fases fenológicas e também com a resistência das cultivares utilizadas. Na Tabela 4 de correlação denota-se que o aumento da condutância estomática, ocorre aumento significativo na transpiração e na fotossíntese líquida consequentemente a C_i , que está relacionada com área foliar das plantas.

Na transpiração (E), (figura 2) observou-se a interação do fator déficit hídrico com as cultivares estudadas nas fases fenológicas, verifica-se, na cultivar BRS 286 os maiores valores médios quando as plantas foram submetidas ao déficit nas fases de botão floral, flor aberta e capulho, com média de E iguais a 4,4575, 4,795 e

4,4175 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹, respectivamente (Figura 2). Na cultivar BRS 336 as maiores transpirações foram observadas nas plantas sob estresse na fase de botão floral e de flor aberta (Figura 2), tais resultados estão correlacionados com os observados na condutância estomática (figura 1), o que significa dizer que, quando ocorre elevação na transpiração ocorre, também, condutância estomática, acrescentando-se que, ao analisar esta tabela, também se nota correlação significativa e positiva entre a E e as variáveis fotossíntese líquida e eficiência intrínseca de caboxilação, por outro lado, o aumento na transpiração teve correlação preditiva mas negativa com a eficiência instantânea no uso da água.

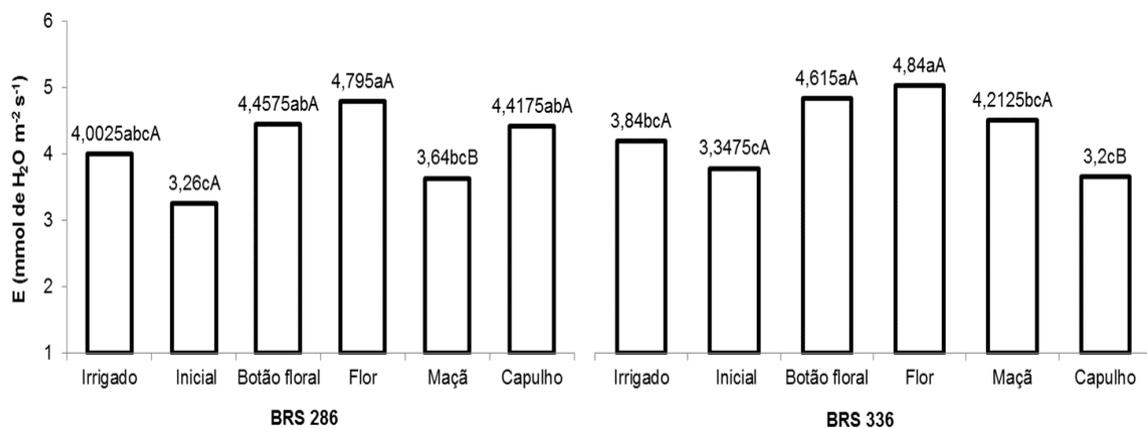


Figura 2: Histograma do desdobramento da variável transpiração representando-se em letra minúscula o resultado do teste de média do déficit dentro de cada cultivar e em letra maiúscula o teste de média das cultivares dentro de cada déficit hídrico nas cultivares BRS 286 e BRS 336 em ciclo total irrigado e sob os tratamentos de déficit hídrico nas fases fenológicas: crescimento inicial, botão floral, flor, maçã e capulho.

Nogueira et al (2000), verificaram que houve efeito significativo do estresse hídrico reduzindo a transpiração em cultivares de amendoim. O déficit hídrico tem efeito em diversos processos fisiológicos das plantas, visto que o estresse geralmente aumenta a resistência difusiva ao vapor de água, mediante fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração (NOGUEIRA et al., 2000). Os tratamentos que foram observados a menor *E* foram inicial e capulho, possivelmente pela redução da área foliar e condutância estomática, pode-se verifica na tabela 4 de correlação que quando aumenta a área foliar aumenta a condutância estomática e a transpiração. A maior parte da água absorvida pela planta de algodão é usada para manter a temperatura da folha visando favorecimento da atividade enzimática

(SOUSA, 2015). Apesar da redução da gs e variações na transpiração da planta, o algodoeiro manteve atividade fotossintética equilibrada em todas as fases estudadas apresentando mecanismo de resistência ao estresse. Verificando-se a tabela de correlação 4, quando a uma crescente na E , a aumento positivo na gs , A , E e $EiCi$, mas ocorre redução na $EiUA$.

No Estudo dos parâmetros de crescimento e produtividade de algodoeiro ao final do ciclo submetidas a déficit hídrico nas fases fenológicas, verificou-se que todas variáveis de crescimento apresentou diferenças significativas entre as fases fenológicas de submissão do déficit hídrico em interação com as cultivares. A produtividade verificou-se efeito significativo do fator déficit hídrico na fases fenológicas, de forma isolada. (Tabela 3). Nesta situação, pode-se dizer que a tolerância do algodoeiro ao déficit hídrico depende da fase fenológicas e das cultivares.

Tabela 3: Resultado das análise de variância de crescimento e desenvolvimento: altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), área folia (AF) e produtividade em caroço por $kg\ ha^{-1}$, submetido a déficit hídrico nas fases fenológicas em duas cultivares de algodão.

FV	GL	AP	DC	AF	Prod
Bloco	3	26,6669	0,576541	865487,92	180438,0
Déficit (T)	5	1199,015**	13,836879**	5850443,488**	11515815,40**
Erro 1	15	44,80	0,627718	838878,28	565194,48
Cultivar (C)	1	78,841**	2,240352	251574,07 ^{ns}	184973,56 ^{ns}
Interação (T x C)	5	40,3468**	4,035612**	1910615,12**	314496,20 ^{ns}
Erro 2	18	9,1729	0,849302	453725,60	122054,23
CV 1 (%)		7,54	6,32	32,91	25,30
CV 2 (%)		3,41	7,35	24,20	11,76
MG		88,8337	12,5368	2782,99	2971,01

^{ns}, ** e *, não significativo e significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente pelo teste de "F".

Na Figura 3, a variável altura de planta (AP), observando-se a interação dos fatores déficit hídrico com as cultivares, verificar-se que o desdobramento da cultivar BRS 286, a testemunha apresentou maior crescimento em altura de planta (109,87 cm), nos tratamento de déficit hídrico nas fases de crescimento inicial, botão floral e flor tendo as menores alturas de planta, diferenciaram das demais fases.

Para a BRS 336, a testemunha apresentou altura superior com média de 103,66 cm e as demais fases que ocorreram o déficit hídrico se diferenciaram entre si, tendo menores altura de planta as fases de crescimento inicial, botão floral e flor como foi verificado na cultivar BRS 286.

Comparado as cultivares dentro do déficit hídrico verifica-se que ocorreu diferença significativa no tratamento de déficit hídrico na fase de botão floral, onde a BRS 286 foi superior a BRS 336 (figura 3).

Ocorreu as seguintes reduções na altura das plantas nas fases (quais fases) 27,49, 27,75 e 24,91 cm para a BRS 286 e para BRS 336, 26,20, 31,21 e 19,93 cm respectivamente comparada a testemunha (figura 3). Pode-se dizer que altura das plantas foram dependente do fator déficit nas fases como também das cultivares utilizadas. A cultivar BRS 286 a altura varia de 110 a 120 (Embrapa, 2009), apresentando porte de médio a baixo e a variedade BRS 336 possui porte médio entre 1,15 a 1,25 (EMBRAPA, 2011).

Observa-se que as reduções ocorreram tanto nas fases iniciais como nas produtivas. A água desempenha papel fundamental no crescimento e no desenvolvimento das plantas, e a redução do crescimento celular é um dos primeiros efeitos do déficit hídrico (SOUSA et al., 2008; BEGG, 1980).

Pode-se dizer que após a fase de maçã a altura foi menos afetada, estando próximo de atingido o crescimento máximo. As reduções durante as fases inicial e formação de órgãos produtivos, Castro et al. (2008), comenta que pouca umidade, principalmente na fase inicial, estimula o crescimento em profundidade, paralisando o desenvolvimento geral.

Nas fases de formações de órgão produtivo grande parte dos assimilados usados no crescimento vegetativo é transportada para uso no crescimento dos órgão florais e frutífero, que são drenos altamente competitivos (SOUSA et al.2008). As reduções nas alturas das plantas nas fases botão floral e flor, Sousa (2015), comenta que na fase de formação de botões florais, a planta atinge a altura máxima devido ao crescimento acentuado da parte aérea.

Nesse caso no presente trabalho pode ter ocorrido que durante o eventual déficit nas fases de botão floral e flor, o desenvolvimento máximo ainda não teria completado devido eventual redução do ciclo pelo comportamento fenológico das cultivares utilizadas no ambiente de estudo. O surgimento do primeiro capulho nas cultivares ocorre de 110 a 115 DAE para a BRS 286 (Embrapa, 2009) e a BRS 336 entre 110 a 120 DAE em condições do cerrado (EMBRAPA, 2011).

No ensaio ocorreu o surgimento do primeiro capulho aos 100 dias DAE, observado uma redução no ciclo das cultivares. Na (tabela 4) de correlação,

observa-se que quando ocorre o aumento altura de planta, conseqüentemente a aumento significativo nas variáveis diâmetro de caule, área folia e produtividade, tendo como vista a importância da altura de planta.

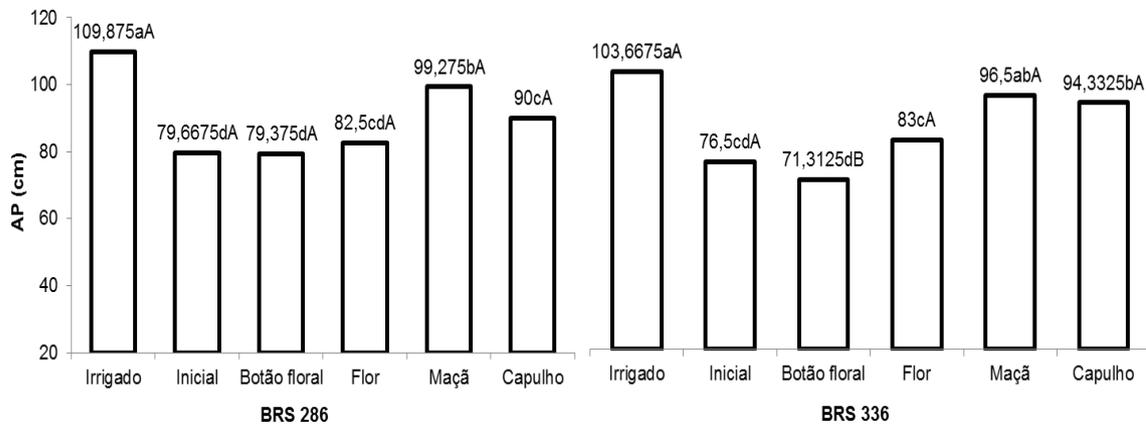


Figura 3: Histograma do desdobramento da variável altura de planta, representando-se em letra minúscula o resultado do teste de média do déficit dentro de cada cultivar e em letra maiúscula o teste de média das cultivares dentro de cada déficit hídrico nas cultivares BRS 286 e BRS 336 em ciclo total irrigado e sob déficit hídrico nas fases fenológicas: crescimento inicial, botão floral, flor, maçã e capulho.

Na variável diâmetro do caule (DC), observando-se o déficit dentro das cultivares (figura 4), verifica-se que a cultivar BRS 286, a testemunha não diferenciou do déficit na fase da maçã. Os déficits nas fases de crescimento inicial, botão floral e flor não se diferenciou entre si e o menor diâmetro de caule foi constatado na fase de capulho.

Na cultivar BRS 336, o tratamento irrigado foi superior a todos os tratamentos, observa-se que o déficit na fase de crescimento inicial e flor não diferenciou entre si, diferenciando dos demais tratamentos. Sousa (2015), na última fase, abertura de capulhos, o crescimento vegetativo é inibido devido ao grande número de maçãs em desenvolvimento, diminuindo a atividade do sistema radicular.

Devido ao déficit hídrico causar desbalanço entre crescimento e a produção. Neste sentido, o algodoeiro apresenta diferentes necessidades hídricas em relação aos estádios fenológicos, observa-se necessidade reduzida nos estádios iniciais e máxima demanda no período da floração (CARVALHO et al., 2013), e também em função do desenvolvimento da fitomassa (SOUSA, 2015). Resultado obtido por Baldo et al. (2008), afirmam que a altura e o diâmetro do caule das plantas de

algodão, foram menores no tratamento de deficiência de água. Mostrando que, em casos de falta de água, o crescimento secundário do caule diminui, após a interrupção do déficit hídrico, esse parâmetro tendem a voltar ao normal, porém não em sua plenitude, pois a velocidade de recuperação é reduzida (SANTOS & CARLESSO, 1998). Verificando as cultivares dentro de cada déficit, ocorre diferença significativa nas fases de déficit hídrico na fase de flor onde a BRS 286 foi superior e resultado contrário para fase de capulho. A testemunha também ocorre diferença, onde a BRS 336 é superior em diâmetro de caule. O diâmetro do caule esta correlacionado positivamente com altura de planta, quando há um aumento na altura consequentemente a um aumento na variável (Tabela 4).

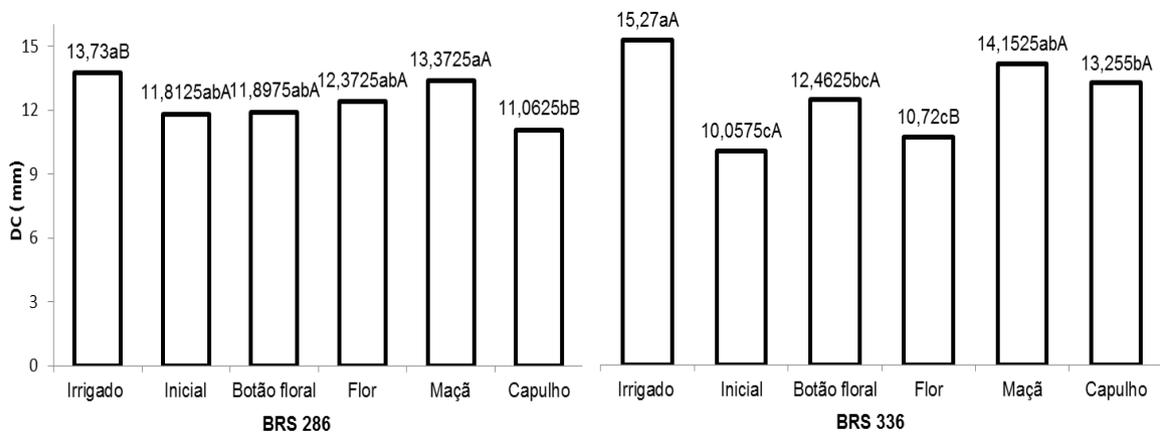


Figura 4: Histograma do desdobramento da variável diâmetro do caule, representando-se em letra minúscula o resultado do teste de média do déficit dentro de cada cultivar e em letra maiúscula o teste de média das cultivares dentro de cada déficit hídrico nas cultivares BRS 286 e BRS 336 em ciclo total irrigado e sob déficit hídrico nas fases fenológicas: crescimento inicial, botão floral, flor, maçã e capulho.

Na variável área foliar (AF) (tabela 3) ocorrer interação entre os fatores déficit nas fases fenológicas com as cultivares, observa-se reduções significativa nas médias em todas as fases comparada a testemunha para a cultivar BRS 286.

O tratamento de déficit na fase de botão floral se diferenciam dos demais mais os demais, não se diferencia ente si (figura 5). O crescimento expansivo das folhas jovem é muito sensível ao potencial de água (YEATES, 2014). Na cultivar BRS 336 a maior área foliar foi observada na testemunha, flor e maçã e as menores foram capulho e crescimento inicial. Correia & Nogueira (2004), obteve no seu trabalho redução da área folia no amendoim submetido a déficit hídrico.

Yeates (2014), afirma que a expansão celular é reduzida em resposta ao déficit antes da divisão celular, da diferenciação celular ou fechamento dos estômatos, por isso que a fotossíntese e a respiração continuarão mesmo quando a expansão celular tenha cessado. Cordão sobrinho et al. (2007), no estudo com laminas de irrigação observou que lâminas pequenas de irrigação alteram a morfologia da planta, em virtude de reduzir a sua altura, o diâmetro do caule, a área foliar e a fitomassa. Pode dizer que o crescimento e desenvolvimento do algodoeiro é influenciado pelo déficit nas fases e pelas cultivares. O aumento da área folia é um parâmetro importante pois verificamos na tabela 4 correlação que quando a um aumento na área folia por planta, conseqüentemente corresponde a um aumento significativo nas variáveis fotossíntese devido ao aumento da condutância estomática. Na comparação do desdobramento das cultiva dentro de cada fases de déficit hídrico, ocorre diferencia significativa apenas na fase de maçã, que a cultivar BRS 336 foi superior.

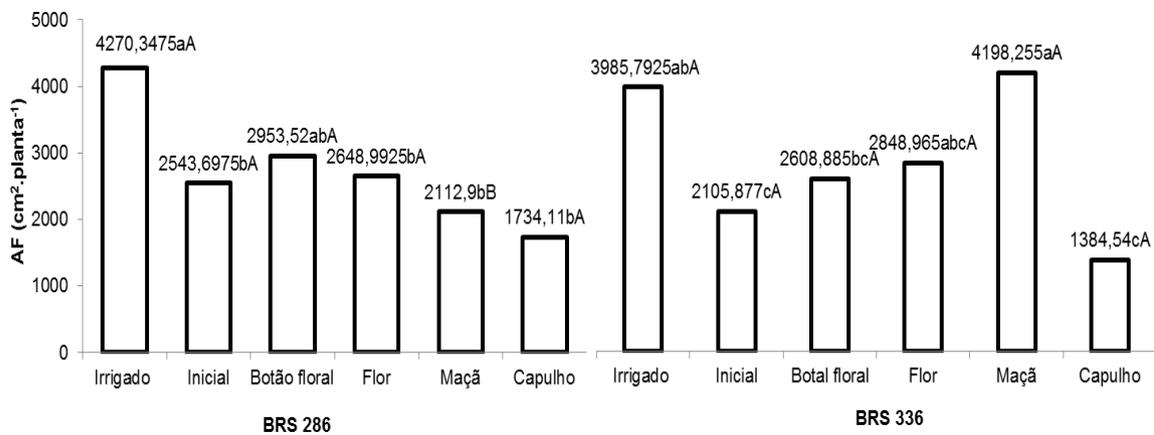


Figura 5: Histograma do desdobramento da variável área foliar, representando-se em letra minúscula o resultado do teste de média dos déficits dentro de cada cultivar e em letra maiúscula o teste de média das cultivares dentro de cada déficit hídrico nas cultivares BRS 286 e BRS 336 em ciclo total irrigado e sob os tratamentos de déficit hídrico nas fases fenológicas: crescimento inicial, botão floral, flor, maçã e capulho.

Na cultura do algodão, a produtividade é determinada não somente pelas características genéticas e meio de cultivo, mas também, pela disponibilidade de água, que varia de acordo com seu estágio de desenvolvimento (SOUSA, 2015).

No ensaio observou-se reduções da produtividade em caroço sob o fator isolado déficit hídrico nas fases fenológica, o tratamento irrigado, foi estaticamente superior a todos os tratamentos com valor médias de 4726,07 kg ha⁻¹ para BRS286 e 5251,46 kg ha⁻¹ para BRS 336.

. As maiores reduções da produtividade foram nos tratamento de déficit hídrico nas fases de botão floral, flor e maçã para as duas cultivares (figura 6). Nessas fases possivelmente ocorreram um aumento na demanda por carboidrato rapidamente, a qual poderia ter ocasionado abortos de estrutura reprodutivas mais jovens, para preservar os assimilados para os frutos remanescentes, e assim ocorreu as maiores reduções na produtividade.

Para Yeates (2014), o estresse por falta de água será mais importante durante a produção de botões florais antes do florescimento, já que a planta precisa estabelecer um dossel e um número de botões suficiente para ter um potencial produtivo alto, os botões diminuem a sensibilidade de abortamento por volta de 21 dias após o primeiro botão floral visível.

Pode-se observar na figura 6 que a redução na produtividade na fase de crescimento inicial, para BRS 286 foi de 30% e para BRS 336 42,58%, redução da produtividade na fase inicial, pode ter ocorrido por causa da estrutura vegetativa, pois de acordo com Silva (2011), o surgimento dos botões florais e a formação das flores são funções do crescimento vegetativo, devido ao aparecimento sucessivo de ramos frutíferos e de pontos florais nos ramos existentes.

No déficit hídrico na fase de capulho ocorreu irrigações a ter o surgimento do primeiro capulho, após isso ocorreu aplicação do estresse, na ocasião estaria com número elevado de órgão reprodutivos, onde o déficit ocasionou abortos da estruturas mais jovens com mecanismo de defesa, como tinha suprimento hídrico favorável, provavelmente apresenta sistema radícula menos desenvolvido.

Bezerra et al. (2003), estudando interrupção em cinco época diferentes de irrigação após o florescimento na cultivar BRS 201 obteve efeito significativo para a produtividade do algodoeiro em caroço. Batista et al. (2010), afirma que a irrigação resultou em maior número de estruturas reprodutivas, altura de plantas, número de capulhos por planta e maior produtividade de algodão em caroço.

Os consumos de lâmina de irrigação durante todo o ciclo em mm foi testemunha (732,41 mm); crescimento inicial (686,65 mm); botão floral (608,39 mm);

flor (603,53 mm); maçã (610,85 mm) e capulho (649,67 mm). Em condições do cerrado a variedades apresenta produções em média de algodão em caroço em torno de 4.874 kg ha⁻¹ para a variedade BRS 286 e de 3.851 kg ha⁻¹ para BRS 336 (EMBRAPA, 2011). Comparado com os tratamento que apresentou as maiores produtividade no estudo sob déficit hídrico nas fases, crescimento inicial e capulho apresentou rendimento satisfatório.

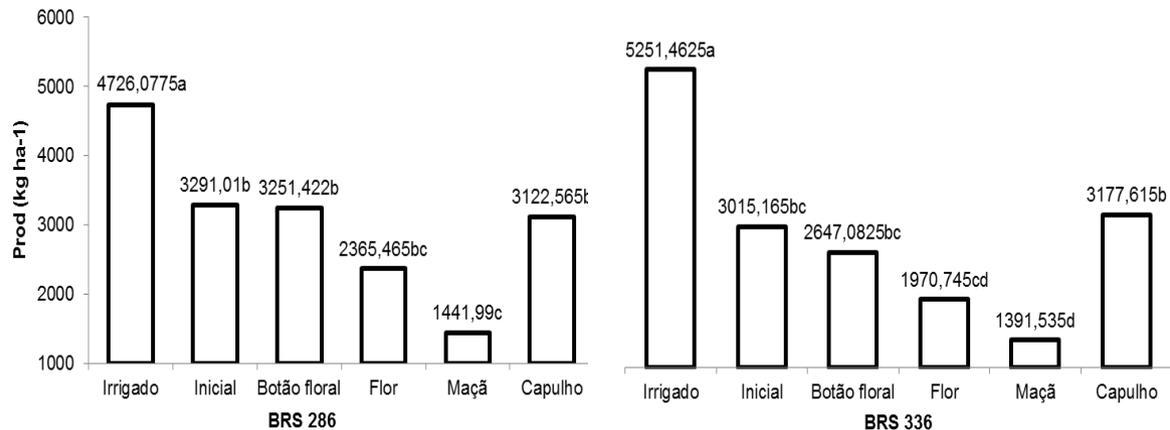


Figura 6: Histograma da produtividade de algodão em caroço kg/há das cultivares BRS 286 e BRS 336 os tratamentos ciclo irrigado e sob déficit hídrico nas fases fenológicas: crescimento inicial, botão floral, flor, maçã e capulho.

Tabela 4: Correlação entre as variáveis analisadas fisiológicas: concentração interna de CO², condutância estomática, transpiração, fotossíntese, eficiência do uso da água e eficiência de caboxilação com crescimento, desenvolvimento e rendimento: diâmetro de caule, altura de planta e área folia e produtividade.

	DC	AF	Ci	gs	E	A	EiUA	EICi	Prod
AP	0,6277**	0,3733**	-0,2513*	-0,2636*	-0,1573	-0,0219	0,0845	0,1011	0,3411**
DC	-	0,4998**	-0,0531	-0,0681	-0,1684	0,0248	0,1188	0,0042	0,2389*
AF		-	0,0480	0,3635**	0,1851	0,3088**	0,1292	0,1331	0,3164**
Ci			-	0,2395*	-0,0073	-0,4561**	-0,3486**	-0,7807**	-0,0990
Gs				-	0,6700**	0,6564**	0,0092	0,3193	-0,1616
E					-	0,4484**	-0,5375**	0,3320**	-0,1738
A						-	0,4628**	0,8887**	-0,0176
EiUA							-	0,4566**	0,1252
EICi								-	-0,0226

6. CONCLUSÕES

Com base nas trocas gasosas, a variedade BRS – 286 possui maior potencial de recuperação após o estresse;

A BRS – 286 e a BRS 336 possuem crescimento similar, mesmo sob estresse;

A maior produtividade em condição de disponibilidade hídrica ideal foi obtida na cultivar BRS 336;

O estresse na fase inicial de crescimento e na de capulho, embora reduza a produção, permite produtividade satisfatória em relação à média nacional.

As fases de flor e maçã são as mais sensíveis ao déficit hídrico, com as menores produções.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPA – Associação brasileira de produtores de algodão. Números do algodão. Disponível em: <http://wwwb.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/default.aspx>. Acesso em 05 de dezembro de 2015.

ALMEIDA, E. S. A. B de.; ARAÚJO, W. P.; OLIVEIRA, D. G. H. de, PEREIRA, J. R.; ZONTA, J. H. Crescimento do algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Fortaleza-CE, **Anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2015.

ARAÚJO, W. P.; ALMEIDA, E. S. A. B. de.; PEREIRA, J. R.; ZONTA, J. H.; CORDÃO M. A. Taxa de fotossíntese líquida e transpiração do algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Fortaleza-CE, **Anais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2015.

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

AHMAD, R. T.; MALIK, T. A.; KHAN, I. A.; JASKANI, M. J. Genetic analysis of some morphophysiological traits related to drought stress (*Gossypium hirsutum*). **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 11, p.235-240, 2009.

AZEVEDO NETO, A. D.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. Physiological and biochemical responses of peanut genotypes to water deficit. **Journal of Plant Interactions**, v.5, p.1-10, 2010.

AZEVEDO, P. V. de; RAO, T. V. R.; ANDRADE NETO, M. da S.; BEZERRA, J. R. C.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MACIEL, G. F. Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, p.863-870, 1993.

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

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

BATISTA, C.R.; AQUINO, L. A. de.; SILVA, T.R.; SILVA, H. R. F. crescimento e produtividade da cultura do algodão em resposta a aplicação de fósforo e métodos de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.4, n.4, p.197–206, 2010.

BENNETT, O. L.; ERIE, L. J.; A. J. MACKENZIE. Boll, fiber and spinning properties of cotton as affected by management practices. Technical Bulletin No. 1372. USDA. Washington, D.C. 1967. p.109.

- BOYER, J. S. Plant productivity and environment. *Science*, v.218, p.443-448, 1982.
- BURKE, J. J. Moisture sensitivity of cotton pollen: an emasculation tool for hybrid production. ***Agronomy Journal***, v.94, p.883-888. 2002.
- BERTINI, C. H. C. de M.; SCHUSTER, I.; SEDIYAMA, T.; BARROS, E. G. de; MOREIRA, M. A. Characterization and genetic diversity analysis of cotton cultivars using microsatellites. *Genetics and Molecular Biology*, v.29, p.321-329, 2006.
- BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. **O agronegócio do algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília- DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 570 p.
- 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.
- BALL, R. A.; OOSTERHUIS, D. M.; MAROMOUSTAKOS, A. Growth dynamics of the cotton plant during water-deficit stress. *Agronomy Journal*, v.86, p.788-795, 1994.
- BONFIM, F. P. G.; CASALI, V. W. D.; MENDONÇA, E. G. de; MARTINS, E. R. Estresse hídrico em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) tratado com o preparados homeopáticos de *arnica montana*. *Enciclopédia Biosfera*, v.8, p. 530-538, 2012.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BEZERRA, J. R. C. et al. rendimento e qualidade da fibra do algodoeiro herbáceo em diferentes épocas de interrupção da irrigação. **Bras. Ol. Fibros**, Campina Grande, PB, v. 7, n. 2, p.719-726, dez. 2003.
- BILIBIO, C.; CARVALHO, J. de A.; MARTINS, M.; REZENDE, F. C.; FREITAS, W. A. de; GOMES, L. A. A. Função de produção da berinjela irrigada em ambiente protegido. *Irriga*, v.15, p.10-22, 2010.
- BRS 336 cultivar de alta qualidade de fibra para cultivo no Cerrado e no semiárido do Brasil: Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Campina Grande-PB, 2011. Acessado em 15/09/2016 Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/902746/4/FolderBRS336.pdf>>.
- BRS 286 cultivar de alta produtividade de pluma de porte baixo, para cultivo no estado da Bahia. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária(EMBRAPA). Campina Grande-PB, 2009. Acessado em 15/09/2016. Disponível em<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/578981/1/FolderBRS2862ed.pdf>>.

CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. P. V. fotossíntese, condutância estomática, transpiração e ajustamento osmótico de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v.9, n.2, p.117-123, 1997.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivo. Piracicaba-SP: **Agrônômica Ceres**, 2008. 864 p.

CASAGRANDE, E. C, et al. EXPRESSÃO GÊNICA DIFERENCIAL DURANTE DÉFICIT HÍDRICO EM SOJA. **Bras. Fisiol. Veg**, Londrina – Pr, v. 2, n. 13, p.168-184, 2001.

CARVALHO, I. R.; KORCELSKI, C.; PELISSARI, G.; HANUS, A. D.; ROSA, G. M. da. Demanda Hídrica das Culturas de Interesse Agrônômico. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p.969, 2013. Acessado em: 14/08/2016, disponível em <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/DEMANDA%20HIDRICA.pdf>.

CARVALHO, M. C. S; FERREIRA, G. B.; BARBOSA, K. A. Sugestão de adubação nitrogenada do algodoeiro para o estado de Goiás com base em resultados de pesquisa. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. Cap 16. P 51-647.

CHAVES, M. M.; OLIVEIRA, M. M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. *Journal of Experimental Botany*, v.8, p.1-20, 2004.

CIA, E; FREIRE, E. C; SANTOS, W. J. **Cultura do algodoeiro**. Jaboticabal-SP, editora Potafos, p .286, 1999.

COOK, C. G.; K. M, EL ZIK. Fruiting of cotton and lint yield of cotton cultivars under irrigated and non-irrigated conditions. *Field Crops Research*, v.33, p.411-421, 1993.

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

CARVALHO, L. P. de; COSTA, J. N. da; FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de algodoeiro originários de matérias silvestres. **Revista Ceres**, v. 47, p.303-310, 2000.

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

CORREIA, K. G; NOGUEIRA, J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de biologia e ciência da terra**, v. 4, n.2, p.1519-1526, 2004.

CIRILO, J. A. **Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido**. Estudos Avançados, v.22, p.61-82, 2008.

CONAB - Companhia Nacional do Abastecimento: Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2014/15. Décimo Primeiro Levantamento, Agosto/2015. Brasília: Conab, 2015. Acessado em: www.conab.gov.br

DHINDSA, R. S.; BEASLEY, C. A.; TING, I. P. Osmoregulation in cotton fiber: accumulation of potassium and malate during growth. *Plant Physiology*, v.56, p.394-398, 1975.

DUMKA, D.; BEDNARZ, C. W.; MAW, B. W. Delayed initiation of fruiting as a mechanism of improved drought avoidance in cotton. *Crop Science*, v.44, p.528-544, 2004.

DUARTE, E. A. A.; MELO FILHO, P. de A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LIMA, L. M. de; SANTOS, R. C. dos. Prospecting of transcripts expressed differentially using ISSR markers in peanut submitted to water stress. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.15, p.1-7, 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

EATON, F. M.; ERGLE, D. R. Fiber properties and carbohydrate and nitrogen levels of cotton plants as influenced by moisture supply and fruitfulness. **Plant Physiology**, v.27, p.542-562, 1952.

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

FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Drought-inhibition of photosynthesis in C₃ plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Annals of Botany*, v.89, p.183-189, 2002.

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

FAGAN, E. B.; PETTER, S. L.; SIMON, J.; BORCIONI, E.; LUZ, J. L. da; MANFRON, P. A. Eficiência do uso de água do meloeiro hidropônico. **Bioscience Journal**, v. 25, p.37-45, 2009.

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

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.

GARDNER, W. R.; GARDNER, H. R. Principles of water management under drought conditions. *Agricultural Water Management*, v. 7, p.143-155, 1983.

GERIK, T. J.; FAVER, K. L.; THAXTON, P. M.; EL-ZIK, K. M. Late season water stress in cotton: I. Plant growth, water use and yield. *Crop Science*, v.36, p.914-921, 1996.

GRIMES, D. W.; DICKENS, W. L.; ANDERSON, W. D. Functions for cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production from irrigation and nitrogen fertilization variables: II. Yield components and quality characteristics. **Agronomy Journal**, v.61, p.773-776, 1969.

GRIMES, D. W.; YAMADA, H. Relation of cotton growth and yield to minimum leaf water potential. *Crop Science*, v.22, p.134-139, 1982.

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

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

HENRIQUE, F. H.; BUENDÍA, J. P. L. comportamento morfológico e agrônômico de genótipos de algodoeiro no município de Uberaba – MG. **Fazu em Revista**, Uberaba, v. 1, n. 7, p.32-36, 2010.

HSIAO, T. C. **Plant responses to water stress**. *Annual Review of Plant Physiology*, v.24, p.519-570, 1973.

HEARN, A. B. 1979. Water relationships in cotton. *Outlook on Agriculture*, v.10, p.159-166, 1979.

JORDAN, W. R. Growth of cotton seedlings in relation to maximum daily plant-water potential. **Agronomy Journal**, v.62, p.699-701, 1970.

KRAMER, P. J. Drought stress and the origin of adaptation. In: TURNER, N.C.; KRAMER, P. J. *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. John Wiley & Sons, New York, 1980, p.7-20.

KRAMER, P. J. Water deficits and plant growth. In: Kramer, P. J. *Water relations of plants*. Academic Press, New York, 1983, p.342-389.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. 495p.

KHADI, B. M.; SANTHY, V.; YADAV, M. S. Cotton: an introduction. *Biotechnology in Agriculture and Forestry in Cotton Biotechnological Advances*, v.65, p.1-14, 2010.

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

LE HOUÉROU, H. N. **Climate changes, drought and desertification**. *Journal Arid Environments*, v.34, p.133-185, 1996.

LEWIS, H.; MAY, L.; BOURLAND, F. Cotton yield components and yield stability. In: Proc. Beltwide Cotton Conf., San Antonio, TX. 4-8 Jan. 2000. Natl. Cotton Counc. of Am., Memphis, Tenn, 2000. p.532-536.

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

LOKA, D. A.; OOSTERHUIS, D. M.; RITCHIE, G. L. **Water-Deficit Stress in Cotton**. In: OOSTERHUIS, D. M. *Stress Physiology in Cotton*. the Cotton Foundation. Cordova, tennessee, U.S.A. 2011. p.37-72.

LACAPE, J. M.; LLEWELLYN, D.; JACOBS, J.; ARIOLI, T.; BECKER, D.; CALHOUN, S.; AL-GHAZI, Y.; LIU, S.; PALAI, O.; GEORGES, S.; GIBAND, M.; ASSUNÇÃO, H. de; BARROSO, P. A. V.; CLAVERIE, M.; GAWRYZIAK, G.; JEAN, J.; VIALLE, M.; VIOT, C. Meta-analysis of cotton fiber quality QTLs across diverse environments in a *Gossypium hirsutum* x *G. barbadense* RIL population. *BMC Plant Biology*, v.10, p.2-24, 2010.

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

LIMA, M. E. de; CARVALHO, D. F. de; SOUZA, A. P. de; ROCHA, H. S.; GUERRA, J. G. M. Desempenho do cultivo da berinjela em plantio direto submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.604-610, 2012.

MARANI, A.; AMIRAV, A. **Effects of soil moisture stress on two varieties of upland cotton in Israel I**. The coastal plain region. *Experimental Agriculture*, v.7, p.213-224, 1971.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Viçosa: Ufv, 2009. 486 p.

MARUR J. C. Comparação das taxas de fotossíntese líquida, resistência estomática e produtividade de duas cultivares de algodão submetidas ao estresse hídrico. **Revista Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília-DF v26, p 13-161, 1991.

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, p.189-195, 2008.

MCMICHAEL, B. L.; HESKETH, J. D. **Field investigations of the response of cotton to water deficits**. Field Crops Research, v.5, p.319-333, 1982.

MARTINELLI-SENEME, A.; MARTINS, C. C.; JOÃO NAKAGAWA, J. Germinação de milho cv. AL-34 em função do tamanho da semente e do potencial hídrico do substrato. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, p.131-138, 2000.

MONTEIRO, J. M. G. Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semiárido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. 302p. **Tese Doutorado**.

MARENCO, J. A. **Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil**. PARCERIAS ESTRATÉGICAS _ BRASÍLIA, DF. N.27, DEZEMBRO 2008.

MIRANDA, J. H.; PIRES, R. C. de M. **Irrigação**. Piracicaba: FUNEP, Série Engenharia Agrícola, 1, 2003, 410p.

MARUR, C. J. **Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro**. In: Instituto Agrônomo do Paraná. Recomendações para cultura do algodoeiro no Paraná. Londrina, 1993. p.2-7. (Circular, 107).

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. **Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido**. In: Greyi, 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.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MELO FILHO, P. de A.; CARVALHO, R.; ALBUQUERQUE, M. B. de; SANTOS, R. C. dos. Comportamento estomático e potencial da água da folha em amendoim cv. BRS 151-L7 submetido a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.10, p.985-991, 2006.

NUNES FILHO, J.; SÁ, V. A. de L. e; OLIVEIRA JÚNIOR, I. S. de; COUTINHO, J. L. B.; SANTOS, V. F. dos. Efeito de lâminas de irrigação sobre o rendimento e qualidade da fibra de cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, p.295-299, 1998.

NASCIMENTO, R. DO.; NASCIMENTO, D. A. M. DO.; SILVA, D. A. DA.; ALVES, A. G. Índice spad e partição de biomassa em plantas de feijão-caupi submetidas ao estresse salino. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.27, p.128-132, 2012.

NEVES, L. L. de M.; SIQUEIRA, D. L. de; CECON, P. R.; MARTINEZ, C. A.; SALOMÃO, L. C. C. Crescimento, trocas gasosas e potencial osmótico da bananeira "Prata", submetida a diferentes doses de sódio e cálcio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.524-529, 2002.

NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. Tolerância à seca em plantas: mecanismos fisiológicos e moleculares. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n.23, p.12-18, 2001.

NOGUEIRA, R. J. M. C. Expressões fisiológicas da aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) em condições adversas. São Carlos: USP, 1997. 207p. **Tese Doutorado**.

OLIVEIRA, A. D. de; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES T. DE J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. **Eng. Agríc**, Jaboticabal-SP, v.25, n.1, p.86-95, jan./abr. 2005.

ORGAZ, F.; MATEOS, L.; FERERES, E. Season length and cultivar determine optimum evapotranspiration deficit in cotton. **Agronomy Journal**, v.84, p.700-706, 1992.

PACE, P. F.; CRALE, H. T.; EL-HALAWANY, S. H. M.; COTHREN, J. T.; SENSEMAN, S. A. Drought-induced changes in shoot and root growth of young cotton plants. **Journal of Cotton Science**, v.3, p.183-187, 1999.

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

PETTIGREW, W.T. **Physiological consequences of moisture deficit stress in cotton**. *Crop Science*, v.44, p.1265-1272, 2004.

PLAUT, Z.; BEN-HUR, M.; MEIRI, A. Yield and vegetative growth as related to plant water potential of cotton irrigated with a moving sprinkler system at different frequencies and wetting depths. **Irrigation Science**, v.13, p.39-44, 1992.

PEREIRA, J. W. DE L.; MELO FILHO, P. DE A.; ALBUQUERQUE, M. B.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, R. C. Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. **Revista Ciência Agrônômica**, v.43, p.766-773, 2012.

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

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

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v.25, p.161-169, 2005.

RABADIA, V. S.; THAKER, V. S.; SINGH, Y. D. Relationship between water content and growth of seed and fibre of three cotton genotypes. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.183, p.255-261, 1999.

RADIN, J. W.; REAVES, L. L.; MAUNEY, J. R.; FRENCH, O. F. Yield enhancement by frequent irrigation during fruiting. **Agronomy Journal**, v.84, p.551-557, 1992.

RAMPINO, P.; PATALEO, S.; GERARDI, C.; MITA, G.; PERROTTA, C. Drought stress response in wheat: physiological and molecular analysis of resistant and sensitive genotypes. **Plant, Cell Environment**, v. 29, p.2143-2152, 2006.

REDDELL, D. L.; PROCHASCA, J. F.; CUDRAK, A. J. **Sequential water stress in cotton**: a stress day index model. ASAE, v.87, p.2080-2103, 1987.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 186p.

RITCHIE, G. L.; WHITAKER, J. R.; BEDNARZ, C. W.; HOOK, J. E. Subsurface drip and overhead irrigation of cotton: a comparison of plant boll distribution in upland cotton. **Agronomy Journal**, v.101, p.1336-1344, 2009.

RIBEIRO, R.V. Variação sazonal da fotossíntese e relações hídricas de laranja "Valência". Piracicaba: ESALq, 2006. p.157. **Tese Doutorado**.

SAINI, H.S.; WESTGATE, M. E. Reproductive development in grain crops during drought. **Advances in Agronomy**, v.68, p.59-96, 1999.

SANTOS, R.N.; CARLESSO, R. déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande- PB, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SALLES, E. Apresentação. In: GREYI, 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.

SILVA, R. A.; SILVA, V. P. R. da; Cavalcanti, E. P.; Santos, D. N. dos. Estudo da variabilidade da radiação solar no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.5, p.501-509, Campina Grande, PB, 2010.

SILVA, C. D. S.; SANTOS, P. A. A.; LIRA, J. M. S.; SANTANA, M. C.; SILVA JÚNIOR, C. D. S. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, v.23, p.7-13, 2010.

SNOWDEN, M. C.; RITCHIE, G. L.; SIMAO, F. R.; BORDOVSKY, J. P. Timing of Episodic Drought Can Be Critical in Cotton. **Agronomy Journal**, v.106, p.452-458, 2014.

SNOWDEN, C.; RITCHIE, G.; THOMPSON, T. Water use efficiency and irrigation response of cotton cultivars on subsurface drip in west Texas. **Journal of Cotton Science**, v.17, p.1-9, 2013.

SOUSA, J. V. R. Algodoeiro fertirrigado por gotejamento sob doses de nitrogênio, lâminas de água e espaçamentos de plantio. 2015. 79 f. **Dissertação (Mestrado)** -

Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Rondonópolis – MT, 2015.

SOUSA JÚNIOR, S. P. de. Doses de nitrogênio e lâminas de água de diferentes salinidades no algodoeiro BRS Verde. Campina Grande: UFCG, 2007. 103p. **Tese Doutorado.**

SCHOLES, J. D.; HORTON, P. Photosynthesis and chlorophyll fluorescence: simultaneous measurements. In: *Methodes in comparative plant ecology*. **Chapman e Hall, London**, 1993. 252p.

STOCKTON, J. R.; DONEEN, L. D.; WALHOOD, V. T. Boll shedding and growth of the cotton plant in relation to irrigation frequency. **Agronomy Journal**, v.53, p.272-275, 1961.

SOUZA, F. A. Efeito do estresse hídrico e da época de plantio na produtividade de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) sob regime de irrigação no vale do Curu. Fortaleza: UFCE, 1986. 90p. **Dissertação de Mestrado.**

TURNER, N.C.; HEARN, A. B.; BEGG, J. E.; CONSTABLE, G. A. Cotton (*Gossypium hirsutum* L.): physiological and morphological responses to water deficits and their relationship to yield. **Field Crops Research**, v.14, p.153-170, 1986.

TORRES, S.B.; VIEIRA, E.L.; MARCOS FILHO, J. Efeitos do estresse hídrico na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. **Revista Brasileira de Sementes, Brasília**, v. 21, p. 59-63, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

WARREN, C. R.; LIVINGSTON, N. J.; TURPIN, D. H. Water stress decreases the transfer conductance of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) seedlings. **Tree Physiology**, v.24, p.971-979, 2004.

WHITAKER, J. R.; RITCHIE, G. L.; BEDNARZ, C. W.; C.I. MILLS, C. I. Cotton subsurface drip and overhead irrigation efficiency, maturity, yield, and quality. **Agronomy Journal**, v.100, p.763-768, 2008.

WANJURA, D. F.; UPCHURCH, D. R.; MAHAN, J. R.; BURKE, J. J. Cotton yield and applied water relationships under drip irrigation. **Agricultural Water Management**, v.55, p.217-237, 2002.

WANG, W.; VINOCCUR, B.; ALTMAN, A. **Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures**: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, v. 218, p.1-14, 2003.

WANDERLEY, J. A. C. Morfofisiologia e produção do girassol sob técnicas de captação de água “*in situ*” e adubação orgânica. Campina Grande: UFCG, 2013. 76p. **Dissertação Mestrado.**

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.

ZHANG, H. B.; LI, Y.; WANG, B.; CHEE, P. W. Recent Advances in Cotton Genomics. **International Journal of Plant Genomics**, v.2008, p.1-20, 2008.