



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DA FIBRA DO ALGODOEIRO HERBÁCEO  
SUBMETIDO A DÉFICITS HÍDRICOS NAS FASES FENOLÓGICAS**

**ÉRICA SAMARA ARAÚJO BARBOSA DE ALMEIDA**

**Engenheira Agrônoma**

**CAMPINA GRANDE, PB**

**2016**

**ÉERICA SAMARA ARAÚJO BARBOSA DE ALMEIDA**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DA FIBRA DO ALGODOEIRO HERBÁCEO  
SUBMETIDO A DÉFICITS HÍDRICOS NAS FASES FENOLÓGICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola, Área de concentração em Irrigação e Drenagem.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Irrigação e Drenagem**

**ORIENTADORES:**

**Pesq. Dr. José Rodrigues Pereira (Embrapa Algodão)**

**Prof. PhD. Carlos Alberto Vieira de Azevedo (UFPG/CTRN/UAEAg)**

**CAMPINA GRANDE, PB**

**2016**



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

ÉRICA SAMARA ARAÚJO BARBOSA DE ALMEIDA

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FIBRA DO ALGODOEIRO HERBÁCEO  
SUBMETIDO A DÉFICITS HÍDRICOS NAS FASES FENOLÓGICAS

APROVADA: 26 de fevereiro de 2016

BANCA EXAMINADORA

PhD. Carlos Alberto Vieira de Azevedo  
Orientador - UAEEA/UFCEG

Dr. José Rodrigues Pereira  
Orientador - CNPA/EMBRAPA

Dr. João Henrique Zonta  
Examinador - CNPA/EMBRAPA

Dr. Cicero Pereira Cordão Terceiro Neto  
Examinador - EMATER

## **DEDICATORIA**

*À minha mãe, 'Elizabeth', pelo valioso legado de educação, pelas primeiras lições e exemplos de honestidade, perseverança, e pelo incansável esforço diário em proporcionar o melhor para minha vida e de meu irmão.*

## **OFEREÇO**

*Ao meu namorado Whéllyson Cordão, pelo companheirismo, apoio, incentivo, compreensão, pela amizade, torcida, e meu irmão Saulo pela confiança nos meus ideais.*

## AGRADECIMENTOS

Ao altíssimo e soberano **DEUS**, pela oportunidade da existência e por sempre estar ao meu lado durante minha formação acadêmica.

A minha mãe **Elizabete Almeida** pela minha educação, e incentivo ao estudo em todos os momentos da minha vida.

A CAPES e a UFCG, pela contribuição à educação e aos Professores e funcionários desta instituição, que tiveram grande contribuição no meu amadurecimento profissional.

A Embrapa Algodão, pela oportunidade do estágio e de desenvolvimento da pesquisa e aos seus empregados, em especial aos Pesquisadores José Rodrigues Pereira e João Henrique Zonta e ao Orientador Carlos Alberto Vieira de Azevedo que me deu a chance de crescer como estudante e profissional.

Aos meus avós Paternos Simão Barbosa (em memória) e Antônia Araújo e Maternos em memória (José Almeida e Ana Maria) pela força, sabedoria e educação.

As minhas tias: Claudete, Ceíça, Izabel, Patrícia, Mena, Edneusa, Judite, Edna, Ivanete, Corrinha, Emília e Joselita. Aos meus tios Dedé, Wilson, Ednaldo, Emídio, Eduardo, Zé, Silvino, Edson, Simãozinho e aos meus tios-padrinhos Paulo e Sara por ser quem sempre me espelhei durante toda a luta e em especial Irmã Glória Maria pelo incentivo e apoio.

Aos meus irmãos Saulo, Victor e Vinicius, e meus primos em especial Graco, Juliana, Renan e Priscila pela alegria nos momentos de confraternização e descontração em família.

Ao meu namorado e amigo, Whéllyson pelo incentivo, pelos conselhos, pelo apoio e pela força desde o momento em que nos conhecemos.

As minhas amigas Allana Ramony e Wennia Figueiredo, pelos conselhos, pela força, pelo apoio e pelos momentos de alegria dentro e fora do CCA e Valquíria pela experiência adquirida em Catolé do Rocha. Em especial, meu afilhado Ian, que traz muita alegria e descontração aos nossos dias.

Aos meus companheiros do mestrado em especial a Queila pelas trocas de conhecimento.

A banca examinadora, pelas sugestões para conclusão do trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram e estiveram comigo nesta caminhada.

Aqui deixo registrado meu Agradecimento.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo geral .....	13
2.2. Objetivos específicos .....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	14
3.1. Importância do algodoeiro .....	14
3.2. Escassez Hídrica .....	15
3.3. Déficit hídrico no rendimento do algodoeiro.....	17
3.4. Déficit hídrico na qualidade da fibra do algodoeiro .....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	20
4.1. Condução geral da área experimental.....	20
4.1.1. Local do experimento.....	20
4.2. Caracterização do solo e da água.....	20
4.3. Cultivares .....	21
4.4. Tratamentos e delineamento experimental .....	22
4.5. Preparo do solo .....	23
4.6. Adubação .....	23
4.7. Espaçamento e arranjo de plantas .....	23
4.8. Sistema e manejo da irrigação .....	23
4.10. Variáveis analisadas.....	25
4.10.1. Componentes da produção .....	25
4.11. Análise estatística .....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
5.2. Qualidade da fibra.....	30
6. CONCLUSÕES.....	35
7. BIBLIOGRAFIA.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização física do solo utilizado no experimento. Campina Grande, PB. 2016 .....	20
Tabela 2. Análise química do solo utilizado no experiemnto. Campina Grande, PB. 2016 ....	21
Tabela 3. Necessidades hídricas no ciclo do algodoeiro herbáceo e total de água aplicada. Campina Grande, PB. 2016 .....	24
Tabela 4. Fase, época do déficit, período e total de água aplicada por tratamento. Campina Grande, PB. 2016 .....	24
Tabela 5. Resumo da análise de variância do número de capulho por planta (NCP), peso médio de 1 capulho (PC - g), produtividade de algodão em caroço (PROD - kg ha <sup>-1</sup> ) e percentagem de fibra (F - %) de cultivares de algodoeiro herbáceo submetidas a déficits hídricos aplicados em fases fenológicas do ciclo da cultura. Campina Grande, PB. 2016 .....	27
Tabela 6. Médias do número de capulho por planta (NCP), peso médio de 1 capulho (PC - g), produtividade de algodão em caroço (PROD - kg ha <sup>-1</sup> ) e percentagem de fibra (F - %) de cultivares de algodoeiro herbáceo em função dos déficits aplicados em diferentes fases fenológicas do ciclo. Campina Grande, PB. 2016 .....	28
Tabela 7. Resumo da análise de variância para comprimento (UHM_mm), uniformidade (UNF_%), índice de fibras curtas (SFI_%), resistência (STR_gf tex <sup>-1</sup> ), alongamento à ruptura (ELG_%), índice de micronaire (MIC_μg pol <sup>-1</sup> ) e maturidade da fibra (MAT_%) de cultivares de algodoeiro herbáceo submetidas a déficits hídricos aplicados em fases fenológicas do ciclo da cultura. Campina Grande, PB. 2016 .....	30
Tabela 8. Médias do comprimento (UHM_mm), uniformidade (UNF_%), índice de fibras curtas (SFI_%), resistência (STR_gf tex <sup>-1</sup> ), índice de micronaire (MIC_μg pol <sup>-1</sup> ) e maturidade da fibra (MAT_%) de cultivares de algodoeiro herbáceo em função dos déficits aplicados em diferentes fases fenológicas do ciclo. Campina Grande, PB. 2016 .....	31
Tabela 9. Desdobramento dos graus de liberdade do resíduo dos fatores estudados na variável alongamento à ruptura (ELG - %). Campina Grande, PB. 2016 .....	33

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Curva característica do solo. Campina Grande, PB. 2016 .....	21
Figura 2. Croqui do experimento. Campina Grande, PB. 2016 .....	23

ALMEIDA, E. S. A. B. de. **Produção e qualidade da fibra do algodoeiro herbáceo submetido a déficits hídricos nas fases fenológicas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB. 2016. 42p.

## RESUMO

Considerando-se que a irrigação é a principal atividade consumidora de água do planeta e grande consumidora de energia elétrica, torna-se importante a realização de estudos que definem o momento de se efetuar as irrigações. A maioria dos programas de melhoramento de algodoeiro tem como objetivo a obtenção de cultivares com boas características agronômicas e tecnológicas da fibra, compatíveis com as exigências da indústria têxtil, razão pela qual se objetivou estudar o efeito de períodos de déficits hídricos, aplicados em diferentes fases fenológicas, sob os componentes da produção e a qualidade da fibra de cultivares de algodoeiro herbáceo. Experimento conduzido em casa de vegetação (ambiente protegido) localizado na sede da Embrapa Algodão no período de novembro de 2014 a abril de 2015, com tratamentos distribuídos no delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2, sendo os fatores quatro períodos de déficits de irrigação aplicados em diferentes fases fenológicas (D1= testemunha irrigada, D2 = déficit na fase de aparecimento do primeiro botão floral, D3 = déficit na fase de aparecimento da primeira flor e D4 = déficit na fase de aparecimento da primeira maçã) e 2 cultivares de algodoeiro herbáceo (BRS 286 e BRS 336) com 4 repetições, resultou pela combinação dos fatores, em 08 tratamentos. Depois de serem submetidos a 14 dias de déficit (sem irrigação) em cada tratamento, os mesmos voltaram a serem irrigados até o final do ciclo da cultura. O tratamento referente à testemunha, ou seja, com irrigação (D1) foi irrigada do início ao fim do experimento. As variáveis analisadas para os componentes da produção foram número de capulho por planta, peso médio de 1 capulho, percentagem de fibra e produtividade, e para qualidade da fibra, comprimento, uniformidade, índice de fibras curtas, resistência, alongamento à ruptura, micronaire e maturidade das fibras. Os dados obtidos das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância através do teste F, sendo as médias dos tratamentos dos fatores comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os déficits hídricos aplicados nas diferentes fases fenológicas das cultivares BRS 286 e BRS 336 do algodoeiro herbáceo afetaram o número de capulho por planta, a produtividade, o índice micronaire, a maturidade e o alongamento da fibra; O tratamento sem déficit (irrigado) promoveu maior número de capulhos, maior produtividade, e melhores índices de qualidade da fibra para as cultivares BRS 286 e BRS 336 de algodoeiro herbáceo; A cultivar BRS 336 se destacou com maiores valores de peso de capulho, de percentagem de fibra e de qualidade da fibra, nesta última em quase todas as variáveis analisadas, exceto micronaire.

**PALAVRAS - CHAVE:** Estresse, *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H., variáveis agronômicas e tecnológicas

ALMEIDA, E. S. A. B. de. **Upland cotton production and fiber quality under to water deficits in its phenological phases**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB. 2016. 42p.

### ABSTRACT

Considering that irrigation is the main consumer activity of water on the planet and a major consumer of electricity, it is important to conduct studies that define the time to perform the irrigation. Most cotton breeding program aims to obtain cultivars with good agronomic and technological characteristics of the fiber, compatible with the requirements of the textile industry, which is why it was aimed to study the effect of periods of water stress applied at different phenological stages, under the components of production and fiber quality of upland cotton cultivars. Experiment conducted in a greenhouse (protected environment) located at Embrapa Cotton from November 2014 to April 2015, with treatments distributed in a completely randomized experimental design in a 4 x 2 factorial scheme, being the factors four periods of irrigation deficits applied in different phenological stages (D1 = irrigated control, D2 = deficit in the onset phase of the first bud, D3 = deficit in the onset phase of the first flower and D4 = deficit in the onset phase of the first apple) and 2 cultivars of upland cotton (C1 = BRS 286 and C2 = BRS 336) with four replications, resulted, by the combination of the factors, in 08 treatments. After applied the 14 days of deficit (without irrigation) for each treatment, they returned to be irrigated by the end of the crop cycle. Irrigated control (D1) was irrigated from beginning to end of the experiment. The variables analyzed for production components were number of bolls per plant, average weight of one boll, percentage of fiber and yield, and for quality of fiber were length uniformity, short fiber index, strength, elongation, micronaire and maturity of the fibers. The data of the studied variables were subjected to analysis of variance by F test, and the treatment means of the factors compared by Tukey test at 5% probability. The water deficits applied on the different phenological stages of upland cotton cultivars BRS 286 and BRS 336 affected number of bolls per plant, yield, micronaire, maturity and elongation of the fibers; The irrigated control promoted major bolls number and yield, and best quality fiber indexes for the upland cotton cultivars BRS 286 e BRS 336; The BRS 336 cultivar highlighted with the highest values of bolls number, fiber percentage and fiber quality indexes, on this last for almost all analysed variables, except micronaire.

**KEYWORDS:** Stress , *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H., Agronomic and technological variables.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) eminentemente de clima tropical cultivada na maioria das regiões de clima quente, é uma das mais importantes no mundo devido principalmente à sua ampla utilização nos diversos setores industriais. O comércio mundial do algodão movimentava, anualmente, cerca de US\$ 12 bilhões e envolve mais de 350 milhões de pessoas em sua produção, desde as fazendas até a logística, o descaroçamento, o processamento e a embalagem (ABRAPA, 2016).

É necessário cultivar de algodão que possa suportar e se recuperar da seca para minimizar a perda de rendimento em áreas de sequeiro e para reduzir as necessidades de água na produção irrigada. Uma compreensão da resposta de cultivares ao déficit hídrico também é significativa na tentativa de modelar o crescimento de algodão e estimar as necessidades de irrigação (PACE *et al.*, 1999).

O algodoeiro apresenta tolerância relativamente alta à seca quando comparado a culturas como soja, arroz e milho, dentre outras. Isto se deve à sua capacidade de aprofundamento do sistema radicular em condições de déficit hídrico, o que permite, à planta, absorver água em camadas mais profundas do solo em sistemas de estresse (ROSOLEM, 2007). No entanto, uma vez que as atividades fisiológicas e metabólicas da cultura estão diretamente vinculadas ao seu consumo hídrico, esta capacidade adaptativa se dará em detrimento da produtividade (BEZERRA *et al.*, 2003)

Devido à sua tolerância ao estresse hídrico, a cultura do algodoeiro é uma alternativa relevante para o semiárido nordestino que tem, como problema, as irregularidades pluviométricas que atingem o crescimento e o desenvolvimento das culturas. Uma forma de contornar esses problemas de pluviometria é o uso da irrigação, sendo imprescindível seu manejo adequado visando a maior eficiência no uso dos recursos hídricos (CARVALHO *et al.*, 2011).

No Nordeste do Brasil a exploração do algodoeiro herbáceo em regime de irrigação é uma das alternativas visando o aumento da área cultivada e da produtividade e rentabilidade da cultura, pois estudos realizados por Magalhães *et al.* (1987) consideram que as irregularidades pluviométricas podem comprometer até 70% na produção e na produtividade do algodoeiro no semiárido.

Diversos estudos têm demonstrado a elevada produção da cultura do algodoeiro quando cultivado em condições irrigadas, o que abre caminho para sua introdução nesses perímetros irrigados visto sua crescente demanda no mercado e perspectivas de crescimento de produção e aumento de preços (BRONSON *et al.*, 2001; WHEELER *et al.*, 2009).

Considerando-se que a irrigação é a principal atividade consumidora de água do planeta e grande consumidora de energia elétrica, ou seja, é concorrente pelos recursos hídricos e energéticos com os setores industriais e urbanos, torna-se importante a realização de estudos que definem o momento de se efetuar as irrigações e a quantidade de água que deverá ser aplicada, visando atender as necessidades hídricas da planta. O manejo eficiente da irrigação possibilitará a economia desses recursos, a otimização do uso dos insumos agrícolas e a obtenção de maiores retornos econômicos, o que viabilizará o aumento da área irrigada no país (AMORIM NETO, 1995).

O algodoeiro necessita, para seu crescimento e desenvolvimento, com certa frequência, de uma quantidade de água adequada definida de acordo com o solo, clima e a própria cultura. A falta de água em períodos críticos do ciclo compromete o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas (HUSSEIN *et al.*, 2011; LUO *et al.*, 2013). Beltrão *et al.* (2001) afirmam que a escassez de água afeta o crescimento do algodoeiro, cujos efeitos mais críticos ocorrem nos estádios de seu ciclo fenológico de floração e de formação e de desenvolvimento dos frutos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

- ✓ Avaliar o efeito de períodos de déficits hídricos aplicados em diferentes fases fenológicas sob os componentes da produção e a qualidade da fibra de algodoeiro herbáceo.

### **2.2. Objetivos específicos**

- ✓ Identificar o efeito de períodos de déficits hídricos aplicados em diferentes fases fenológicas, sob os componentes da produção e qualidade da fibra do algodoeiro herbáceo do algodoeiro BRS 286 e BRS 336;
- ✓ Identificar qual fase fenológica do algodoeiro herbáceo é mais tolerante ao déficit hídrico;
- ✓ Identificar qual cultivar de algodoeiro herbáceo é mais tolerante ao déficit hídrico.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Importância do algodoeiro

O algodoeiro é uma das espécies vegetais cultivadas mais antigas (RICHETTI e MELO FILHO, 1998) e uma das fibras mais importantes do mundo (CANECHIO FILHO *et al.*, 1972). Há vários registros sobre cultivo de algodão, desde a antiguidade (RICHETTI e MELO FILHO, 1998). No Brasil, à época do descobrimento, os indígenas cultivavam o algodão e o transformavam em fios e tecidos (CANECHIO FILHO *et al.*, 1972; RICHETTI e MELO FILHO, 1998).

Há indícios de que o algodoeiro, pertencente à tribo Gossypieae, tenha surgido há 20 milhões de anos, enquanto que o gênero *Gossypium* surgiu há pelo menos 12,5 milhões de anos, em três centros primários de origem: região de Kimberley, na Austrália; penínsulas Somália e Arábica, na África e na Ásia, respectivamente; e nas áreas Centro-Occidental e Sul do México. Atualmente, o gênero *Gossypium* inclui 49 espécies conhecidas, mas esse número pode ser subestimado, devido à falta de informações, principalmente das espécies que ocorrem na África e na Arábia (WENDEL *et al.*, 2010; ECHER *et al.*, 2014).

A cultura produz uma das mais importantes fibras têxteis do mundo, pois oferece variados produtos de utilização com grande relevância nas economias brasileira e mundial, razão pela qual é considerada uma das plantas de mais complexo aproveitamento, figurando entre as dez maiores fontes de riqueza do agronegócio do Brasil (COSTA *et al.*, 2005).

O algodoeiro, pertencente à família Malvaceae, originária do México e América Central, possui espécies arbustivas, mas, em razão do melhoramento genético, predominam hoje espécies herbáceas, que favorecem o cultivo comercial, entre as quais estão as espécies *Gossypium hirsutum*, que é responsável por 90% da produção mundial, e *Gossypium barbadense* (FUZATTO, 1999; CARVALHO *et al.*, 2000).

Atualmente, o algodão é produzido por mais de 60 países, nos cinco continentes. A Índia e China são os maiores produtores de algodão respectivamente com mais de 6,3 e 5,4 milhões de toneladas, ou seja, mais de 50% de todo o algodão em pluma produzido no mundo, enquanto os Estados Unidos e o Paquistão respectivamente são responsáveis por quase 12% e 8,4% da produção mundial, correspondendo a 2,9 e 2,0 milhões de toneladas. O Brasil encontra-se em quinto lugar como produtor e quarto como exportador, sendo responsável pela produção de mais de 1,4 milhões de toneladas de pluma, equivalente a aproximadamente 6,1% da produção mundial envolvendo diversos segmentos da sociedade, direta ou indiretamente, com a cotonicultura, representando em torno de 16% da economia nacional, o que demonstra a importância da cotonicultura para o país, modernizada,

funcionando em bases empresarias, aumentando sua competitividade (ABRAPA, 2016; CONAB, 2016).

### **3.2. Escassez Hídrica**

De todos os recursos de que as plantas precisam para o crescimento, a água é o mais limitante à produtividade agrícola visto ser essencial aos diversos processos metabólicos das plantas, sobretudo durante o período inicial de desenvolvimento (SOUZA *et al.*, 2001).

Para Duarte *et al* (2012) o déficit hídrico é o resultado (negativo) do balanço hídrico em que o total de água que entra no sistema via precipitação é menor que a quantidade total de água perdida pela evapotranspiração das plantas.

Os estresses agrônômico e fisiológico podem ser induzidos por déficit ou excesso de água. Estresse hídrico, no contexto agrônômico, é a quantidade de água disponível para a planta que leva a uma redução no retorno econômico da cultura. Isso é diferente do estresse no contexto fisiológico, em que o problema pode ser se um processo específico é afetado ou não (HEARN, 1995).

De acordo com Hay e Porter (2006) o déficit hídrico é o fator climático que mais limita a produção agrícola no mundo, e, onde existe limitação hídrica, o acúmulo de biomassa é influenciado linearmente pela transpiração acumulada.

O estresse hídrico é um dos fatores ambientais que mais interferem na produção das lavouras, ocasionado pela redução sazonal da disponibilidade hídrica no solo ou pela baixa capacidade de retenção devido à demanda evapotranspiratória da planta. Tais fatores são característicos em regiões áridas e semiáridas (CHAVES e OLIVEIRA, 2004; DUARTE *et al.*, 2011).

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).

A deficiência hídrica tem sido considerada um dos principais fatores ambientais que provocam a abscisão de estruturas reprodutivas em algodoeiro, justamente por causar acentuado estresse nas plantas (DOORENBOS e KASSAM, 1994).

Uma das características marcantes do semiárido brasileiro é a má distribuição no tempo e no espaço de chuvas, somada as elevadas temperaturas intrínsecas, alto índice de radiação

solar e as variações nas concentrações de CO<sub>2</sub> incidentes sobre as plantas. Estes fatores podem induzir a distúrbios morfofisiológicos, influenciando na conformação física dos vegetais, refletindo na diminuição do crescimento e produção (BELTRÃO e OLIVEIRA, 2008; FERRAZ *et al.* 2011).

Com a escassez hídrica dos últimos anos, a prática da irrigação surge como alternativa eficiente para minimizar perdas no sistema de produção agrícola desta 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 seja 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 e ALBUQUERQUE, 2008).

O uso de estratégias de irrigação são fundamentais para economizar mais água sem pôr em risco o rendimento da cultura (JALOTA *et al.*, 2006; PEREIRA *et al.*, 2009).

Os avanços na tecnologia de irrigação têm ajudado a reduzir a diferença entre o rendimento potencial e o real, mas custos de irrigação e suprimentos limitados de água restringem a irrigação em todo o mundo (LOKA *et al.*, 2011).

A quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação e o momento de aplicação desta água, são parâmetros governados pelas condições climáticas locais, pelo tipo de cultura e seu estágio de crescimento e desenvolvimento, pela profundidade efetiva do sistema radicular e pela capacidade de armazenamento de água no solo (GOMIDE e ALBUQUERQUE, 2008).

A preocupação com o uso eficiente da água na agricultura irrigada cresce proporcionalmente com o aumento da escassez de água de boa qualidade, agravando a competição entre os diversos setores que dela dependem. O desperdício de água na irrigação, além de aumentar os custos de produção, acarreta custos ambientais pelo comprometimento da disponibilidade e da qualidade da água (MAROUELLI *et al.*, 2011).

Trabalho realizado por SILVA *et al* (2010) ressalta que o aumento da produção e maior eficiência no uso da água são obtidos com rega diária durante todo o ciclo, concluindo ainda que o corte da irrigação na fase precoce da floração reduz os rendimentos e peso médio do capulho.

Uma das práticas que vem sendo difundida para reduzir o gasto de água na irrigação é o uso da rega com déficit hídrico controlado, a qual mantém a produtividade das culturas elevando a eficiência de uso da água, de modo a garantir o retorno da produção por unidade de água aplicada, aumentando a sustentabilidade do sistema (ZONTA *et al.*, 2015).

### 3.3. Déficit hídrico no rendimento do algodoeiro

Tanto a deficiência quanto o excesso de água nas plantas podem provocar profundas alterações no seu metabolismo, reduzindo o crescimento e o desenvolvimento e, conseqüentemente, influenciando no rendimento econômico da planta e na produção de fibras e sementes (BELTRÃO *et al.*, 1997).

Cerca de um terço da área cultivada de algodão do mundo sofre cronicamente com fornecimentos inadequados de água (MASSACCI *et al.*, 2008). Em todas as regiões agrícolas, os rendimentos das culturas de sequeiro são periodicamente reduzidos pela seca (KRAMER, 1983), e a gravidade do problema pode aumentar devido às tendências mundiais de mudanças climáticas (LE HOUEROU, 1996).

O algodoeiro, porém, apresenta boa tolerância ao estresse 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). Esse estresse afeta negativamente o desempenho da planta e desenvolvimento do rendimento em todo o mundo (BOYER, 1982).

Silva *et al.*, 2010 contrariamente, diz que a maior economia e eficiência do uso da água são obtidas pelo corte da irrigação durante a frutificação.

No algodoeiro, o estresse por deficiência hídrica também pode levar à diminuição, do número de estruturas reprodutivas, do número de capulhos por plantas, do rendimento de fibra, da produção de algodão em caroço, e conseqüentemente, da produtividade (PASSOS *et al.*, 1987; BATISTA, 2010).

A deficiência hídrica reduz a multiplicação e o alongamento celular do algodoeiro. 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).

Períodos de déficit prolongado, podem afetar o crescimento vegetativo da planta (HANK *et al.*, 2007) com conseqüente redução na produção de fotoassimilados (LIU *et al.*, 2007) prejudicando, dessa forma, a produtividade da cultura (PETTIGREW, 2004; MATTIONI *et al.*, 2009; BATISTA *et al.*, 2010; ECHER *et al.*, 2010; LUO *et al.*, 2013) além de interferir na qualidade da fibra (LIU *et al.*, 2008) resultando em inúmeros prejuízos para o produtor.

Tang e Zhang (2005) obtiveram excelentes resultados em rendimentos de algodão através do déficit hídrico durante o desenvolvimento da planta para economia de água durante

a irrigação. Outro procedimento que ajuda a economizar água em áreas irrigadas segundo Buttar *et al.* (2007) é a definição da supressão da irrigação, corretamente.

### **3.4. Déficit hídrico na qualidade da fibra do algodoeiro**

A produção de fibra de algodão de alta qualidade começa no campo. Uma fibra individual de algodão desenvolve-se como uma única célula diferenciada alongando-se a partir da camada epidérmica da semente de algodão. Apenas uma porção das células epidérmicas da semente de algodão irá tornar-se uma fibra. Estas células começam a diferenciar-se e alongar-se dentro dos poucos primeiros dias após a floração. Após isso, milhares de células em toda a superfície da semente de algodão começam a diferenciação e o alongamento em fibras (STEWART, 1975).

Fibras de algodão são células individuais alongadas da camada epidérmica da semente; seu desenvolvimento abrange quatro fases distintas mas se sobrepõem: iniciação (3 até 5 dias após a antese - DPA), alongamento (3 a 21 DPA), deposição de parede celular secundária (14-45 DPA) e maturação (40 a 55 DPA) (LACAPE *et al.*, 2010).

São condições exclusivas que afetam o crescimento e desenvolvimento da fibra de algodão para os frutos estabelecidos em diferentes intervalos durante todo o cultivo, o que contribui para a variabilidade na qualidade da fibra dentro da planta. Muitos fatores como a genética, as condições ambientais e as práticas agronômicas podem contribuir para a variabilidade no comprimento da fibra dentro da planta (MEREDITH e BRIDGE, 1973; BEDNARZ *et al.*, 2006).

As características da fibra são fundamentais na determinação da qualidade desta importante matéria-prima para a indústria têxtil. Elas cada vez mais influem na comercialização e industrialização do algodoeiro (SESTREN e LIMA, 2015).

As características tecnológicas da fibra do algodão estão intrinsecamente ligadas a fatores hereditários do algodoeiro, porém sofrem influência do volume de água aplicado nas diferentes fases da cultura (DAVIDONIS *et al.*, 2004). Segundo este autor, a quantidade de água adequada no solo juntamente com altas temperaturas aumenta a maturidade da fibra, enquanto que um déficit hídrico severo durante o alongamento da fibra reduz o comprimento.

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 (NUNES FILHO *et al.*, 1998; CORDÃO SOBRINHO *et al.*, 2007).

O índice micronaire é um importante parâmetro comercial de qualidade de fibra (GE, 2007). Altos índices de micronaire (>5,0) são classificados como fibras muito grossas devido

ao aumento do porcentual de irregularidade e imperfeições na seção transversal do fio da fibra. Porém, baixos valores de micronaire ( $<3,5$ ) sugerem que a fibra é imatura, podendo ocasionar defeito no tecido (neps) e, em contrapartida, baixa afinidade tintorial no acabamento (KLJUN *et al.*, 2014).

A variabilidade na maturidade da fibra de algodão pode ter impacto negativo sobre o têxtil acabado. Fibras imaturas não têm tanta celulose como fibras maduras, o que leva às diferenças na absorção do corante entre as fibras maduras e imaturas (GOLDTHWAIT *et al.*, 1947).

Sabe-se que os efeitos do ambiente e a irrigação exercem influência na qualidade da fibra do algodoeiro, de vez que o desenvolvimento das culturas é determinado pelos efeitos combinados do genótipo e das condições ambientais e pelo sistema de produção (HUSSEIN, 2011; ZHAO *et al.*, 2013).

Santana *et al.* (1999) afirmam que a qualidade intrínseca da fibra depende do fator genético (cultivar) e do ambiente, como temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Condução geral da área experimental

#### 4.1.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (ambiente protegido) localizada na sede da Embrapa Algodão, no município de Campina Grande, PB, localizado nas coordenadas geográficas 7°13'34,4" S de latitude, 35°54' 15,3" W de longitude e 551 m de altitude, a aproximadamente 130 km da capital do Estado João Pessoa, PB, situado na Mesorregião do Agreste Paraibano. O experimento foi conduzido no período de novembro de 2014 a abril de 2015, período compreendido entre o plantio e a colheita.

#### 4.2. Caracterização do solo e da água

Antes do preparo do solo, foram retiradas amostras do mesmo na profundidade de 0-20 cm para caracterização física e química, realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande (Tabela 1) e no Laboratório de Solos e Nutrição de plantas da Embrapa Algodão (Tabela 2).

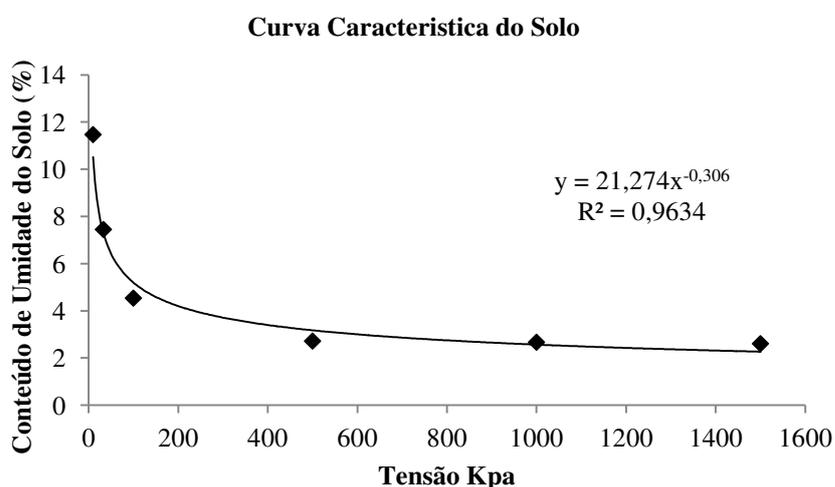
**Tabela 1.** Caracterização física do solo utilizado no experimento. Campina Grande, PB. 2016

Características	Profundidade (0- 20cm)
Areia	84,92
Silte	10,03
Argila	05,05
Textura	Areia Franca
Densidade do Solo ( $\text{g/cm}^3$ )	1,52
Densidade de Partículas ( $\text{g/cm}^3$ )	2,69
Porosidade (%)	43,49
Conteúdo de água a 10 kPa (%)	11,47
Conteúdo de água a 33 kPa (%)	7,45
Conteúdo de água a 100 kPa (%)	4,54
Conteúdo de água a 500 kPa (%)	2,72
Conteúdo de água a 1000 kPa (%)	2,67
Conteúdo de água a 1500 kPa (%)	2,61
Água Disponível (%)	4,84

**Tabela 2.** Análise química do solo utilizado no experimento. Campina Grande, PB. 2016

<b>Fertilidade do Solo</b>	
pH (H <sub>2</sub> O)	5,2
Complexo Sortivo (mmol/dm <sup>3</sup> )	
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> )	7,4
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	4,5
Sódio (Na <sup>+</sup> )	0,4
Potássio (K <sup>+</sup> )	1,0
Al <sup>3+</sup>	2,5
P	2,1
V(%)	32,8
M.O	7,1

Com os resultados da tabela 1 foi ajustada à curva característica de retenção de água no solo (Figura 3).



**Figura 1.** Curva característica do solo. Campina Grande, PB. 2016

A água utilizada na irrigação foi proveniente da chuva, captada e armazenada em uma caixa d'água de 60 mil litros, localizada próximo à casa de vegetação. Em seguida, essa água foi bombeada para uma caixa d'água de 20 mil litros e logo após utilizada para irrigação do experimento.

### 4.3. Cultivares

As cultivares de algodoeiro herbáceo utilizados foram as seguintes:

*Cultivar BRS 286*

Possui ciclo de 140 a 160 dias, caule de coloração arroxeada, altura de planta de porte médio a baixo, atingindo entre 110 a 120 cm, considerada uma cultivar de fibra média. Em altitude próxima a 750 m, o primeiro botão floral e o primeiro capulho ocorreram com 50 a 55

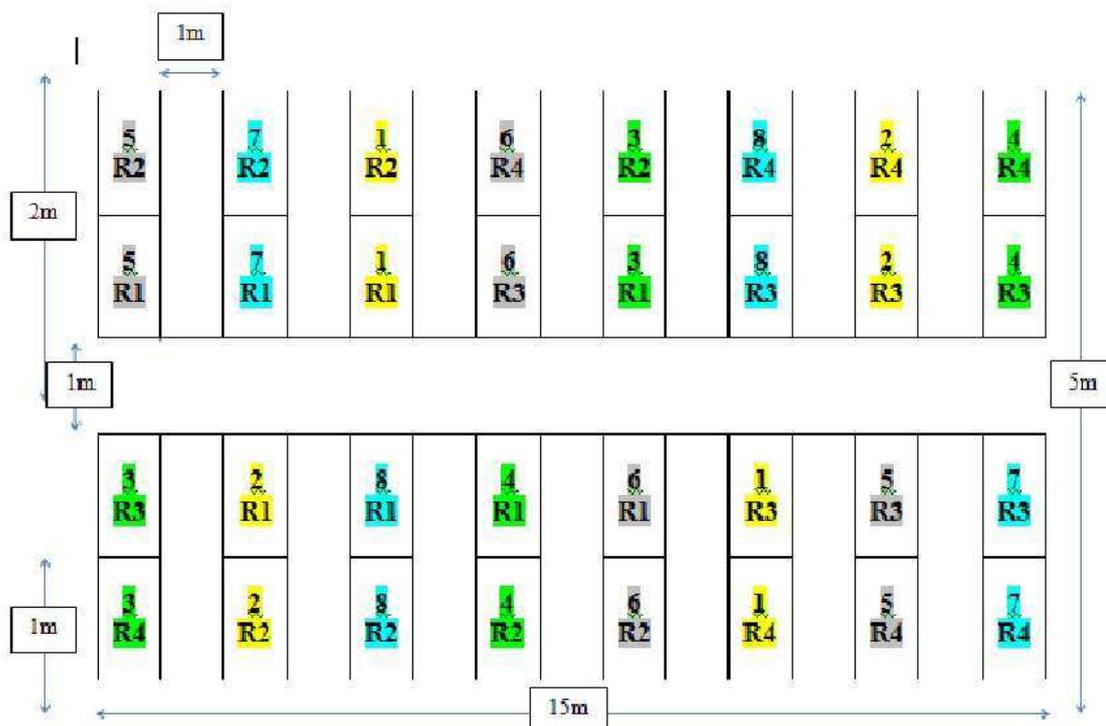
dias e 110 a 115 dias, respectivamente. O rendimento de fibras é de 39,5 e 41,0 %, com micronaire entre 3,9 e 4,5  $\mu\text{g pol}^{-1}$ , comprimento entre 29,1 e 31,3 mm e resistência entre 27,8 e 33,5  $\text{gf tex}^{-1}$ . A produtividade média de algodão em caroço é de 4,874  $\text{kg ha}^{-1}$  (325 @  $\text{ha}^{-1}$ ) e de 1.995  $\text{kg ha}^{-1}$  (133 @  $\text{ha}^{-1}$ ) de algodão em pluma (SILVA FILHO et al., 2008). Ainda de acordo com Silva Filho et al. (2008) o elevado desempenho em termos de produtividade de pluma tem relação com sua percentagem de fibra, geralmente superior a 40%.

#### *Cultivar BRS 336*

Originada pelo cruzamento triparental entre as cultivares CHACO 520, BRS Itaúba e Delta Opal. Possui ciclo de 170 a 180 dias nas condições de clima e solos do Cerrado e Semiárido, caule de coloração verde, altura de planta de porte médio, atingindo entre 115 a 125 cm. O surgimento da primeira flor ocorre entre 60 a 65 dias após a emergência das plântulas (DAE) e a abertura da primeira maçã ocorre entre 110 a 120 DAE. As fibras da BRS 336 superam as exigências do mercado consumidor interno e externo quanto a fibras em cultivares upland (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H.), comprimento médio-longo (32,0 a 34,0 mm), superando as cultivares de algodão herbáceo. Ainda de acordo com Morello et al. (2011), o rendimento de fibras é de 38 a 39,5%, com uma produtividade em caroço de 3,851  $\text{kg ha}^{-1}$ , índice micronaire ( $\mu\text{g pol}^{-1}$ ) entre 4,0 a 4,9, comprimento de fibra entre 32,0 a 34,0 mm e resistência entre 31,0 a 34,22  $\text{gf tex}^{-1}$ .

#### **4.4. Tratamentos e delineamento experimental**

Os tratamentos foram distribuídos no delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2, sendo os fatores quatro períodos de déficits de irrigação aplicados em diferentes fases fenológicas ( $D_1$ = testemunha irrigada,  $D_2$  = déficit na fase de aparecimento do primeiro botão floral,  $D_3$  = déficit na fase de aparecimento da primeira flor e  $D_4$  = déficit na fase de aparecimento da primeira maçã) e 2 cultivares de algodoeiro herbáceo ( $C_1$ = BRS 286 e  $C_2$ = BRS 336) com 4 repetições, resultando, da combinação dos fatores, em 08 tratamentos: 1. ( $D_1C_1$ ); 2. ( $D_1C_2$ ); 3. ( $D_2C_1$ ); 4. ( $D_2C_2$ ); 5. ( $D_3C_1$ ); 6. ( $D_3C_2$ ); 7. ( $D_4C_1$ ); 8. ( $D_4C_2$ ) e 32 parcelas, conforme Figura 4. Depois de aplicado os 14 dias de déficit (sem irrigação) em cada tratamento, os mesmos voltaram a serem irrigados até o final do ciclo da cultura. A testemunha ( $D_1$  - sem déficit) foi irrigada do início ao fim do experimento. Cada parcela media 1 m de fileira com área útil de 0,60 m, restando 0,20 m de cada lado para efeito de bordadura.



**Figura 2.** Croqui do experimento. Campina Grande, PB. 2016

#### 4.5. Preparo do solo

As parcelas de plantio foram preparadas com o auxílio de uma enxada para limpeza e revolvimento do solo e preparo das linhas de plantio.

#### 4.6. Adubação

Foram realizadas três adubações no experimento. A primeira de fundação antes do plantio com aplicação de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  da MAP (11% N e 52% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). As duas de cobertura foram realizadas aos 30 e 60 dias após a emergência, com aplicações de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio na forma de ureia (45% N), de acordo com a análise química do solo e recomendação para o algodão. Não foi aplicado  $\text{K}_2\text{O}$ .

#### 4.7. Espaçamento e arranjo de plantas

As cultivares de algodoeiro herbáceo foram plantadas em fileiras simples no espaçamento de 1,0m entre linhas x 0,20m entre plantas.

#### 4.8. Sistema e manejo da irrigação

A aplicação de água foi realizada por um sistema de irrigação localizado, com fitas gotejadoras, espaçadas de 20 cm entre gotejadores, com intensidade de aplicação teórica de 1,0 L/h mas com vazão de 0,85 L/h.

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 igual a 81%.

Antes do plantio foi realizada uma irrigação para elevar à umidade do solo a capacidade de campo, comum a todos os tratamentos. As demais irrigações foram prefixadas em turno de rega de 2 dias. A lâmina de irrigação foi baseada na necessidade média de água durante o ciclo de cultivo do algodoeiro e considerando um consumo de água 30% menor, visto que o experimento estava instalado em ambiente protegido, ou seja, 70% da necessidade da cultura, conforme Tabela 3.

**Tabela 3.** Necessidades hídricas no ciclo do algodoeiro herbáceo e total de água aplicada. Campina Grande, PB. 2016

Período	Necessidade hídrica <sup>(1)</sup>	Irrigação com base em 70% da Necessidade hídrica
0-30 DAE	3 a 5 mm dia <sup>-1</sup>	2,8 mm dia <sup>-1</sup>
31-80 DAE	8 a 10 mm dia <sup>-1</sup>	6,3 mm dia <sup>-1</sup>
81 – 100 DAE	4 a 6 mm dia <sup>-1</sup>	3,5 mm dia <sup>-1</sup>
Total	650 a 700 mm	470 mm

<sup>(1)</sup>Fonte: Zonta et al. (2015)

Para o total de água aplicado em cada tratamento, levou em consideração a época em que foi aplicado o déficit, de acordo com o ciclo fenológico do algodoeiro e a fase do ciclo em que caiu cada déficit. De acordo com o ciclo da cultura, os déficits nas fases de botão floral, flor e maçã, foram aplicados conforme Tabela 4.

**Tabela 4.** Fase, época do déficit, período e total de água aplicada por tratamento. Campina Grande, PB. 2016

Déficit	Época do déficit	Período	Total de água aplicado por tratamento
Irigado (D1)	-	0-100 DAG	610 mm
Botão floral (D2)	29/12/2014 a 12/01/15	34-48 DAG	492,4 mm
Flor (D3)	13/01/2015 a 27/01/2015	48-62 DAG	492,4 mm
Maçã (D4)	23/01/2015 a 06/02/2015	57-71 DAG	492,4 mm

Constatado o início da fase de desenvolvimento da planta requerido pelo tratamento especificado, a irrigação era cancelada para aplicação do déficit hídrico naquela fase, sendo reiniciada após o período de 14 dias.

A suspensão da irrigação em todos os tratamentos ocorreu com 105 dias de idade das plantas, quando 10% dos capulhos estavam abertos.

#### **4.10. Variáveis analisadas**

##### **4.10.1. Componentes da produção**

Os componentes da produção avaliados foram: número de capulho por planta, peso médio de 1 capulho, percentagem de fibra e rendimento de algodão em caroço:

A) Número de capulho por planta

Resultado da contagem do seu total por planta.

B) Peso médio de 1 capulho

Resultado da pesagem (g) das amostras-padrão coletadas nas parcelas e divisão pelo número de capulhos por respectiva amostra

C) Percentagem de fibra

Obtida após beneficiamento das amostras-padrão, fazendo-se o quantitativo percentual de sementes e fibra por respectiva amostra

D) Rendimento médio de algodão em caroço

Foi colhido e pesado (em gramas) a área útil de cada parcela, determinando-se a produção por parcela e seu respectivo rendimento de algodão em caroço por hectare ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

##### **4.10.2. Características tecnológicas da fibra**

As características tecnológicas da fibra foram determinadas em amostra padrão dos 20 melhores capulhos coletada no terço médio das plantas na área útil de cada parcela antes da colheita.

As características tecnológicas de fibra avaliadas foram:

A) Comprimento (UHM<sub>mm</sub>);

B) Uniformidade (UNF<sub>%</sub>);

C) Índice de fibras curtas (SFI<sub>%</sub>);

D) Resistência (STR<sub>gf tex<sup>-1</sup></sub>);

E) Alongamento à ruptura (ELG<sub>%</sub>);

F) Índice micronaire (MIC<sub>μg pol<sup>-1</sup></sub>);

G) Maturidade (MAT<sub>%</sub>).

As mensurações foram efetuadas no HVI (High Volume Instrument) do Laboratório de Fibras e Fios da Embrapa Algodão em Campina Grande, PB.

#### **4.11. Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância através do teste F, sendo as médias dos tratamentos dos fatores comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Componentes da produção

Na Tabela 5 são apresentados os resultados da análise de variância para as variáveis relacionadas aos componentes da produção: número de capulho por planta, peso de 1 capulho, produtividade de algodão em caroço e percentagem de fibra de cultivares de algodoeiro herbáceo BRS 286 e BRS 336 submetidas a déficit hídrico em diferentes fases fenológicas do ciclo.

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância do número de capulho por planta (NCP), peso médio de 1 capulho (PC - g), produtividade de algodão em caroço (PROD - kg ha<sup>-1</sup>) e percentagem de fibra (F - %) de cultivares de algodoeiro herbáceo submetidas a déficits hídricos aplicados em fases fenológicas do ciclo da cultura. Campina Grande, PB. 2016

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios			
		NCP	PC	PROD	F
Déficit (D)	3	31.5345**	0.2681 <sup>ns</sup>	669253.50**	3.9894 <sup>ns</sup>
Cultivar (C)	1	1.3612 <sup>ns</sup>	7.4016**	70312.50 <sup>ns</sup>	40.4100**
D x C	3	0.145 <sup>ns</sup>	0.3233 <sup>ns</sup>	290932.96 <sup>ns</sup>	1.8938 <sup>ns</sup>
Erro	24	2.4620	0.1891	123122.01	1.7729
CV (%)		22.32	8.94	19.46	3.34

\*\* e \* significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo

Para o fator Déficit, observa-se que apenas as variáveis número de capulho por planta e produtividade foram estatisticamente afetadas, por pelo menos um de seus níveis, a 1% de probabilidade. Para o fator Cultivar, verifica-se que apenas peso médio de 1 capulho e percentagem de fibra foram estatisticamente influenciados, por pelo menos uma das cultivares utilizadas, a 1% de probabilidade. A interação (D x C) não foi significativa para todas as variáveis analisadas (Tabela 5).

Quanto ao número de capulho por planta, observa-se que não houve diferença entre os déficits aplicados nas fases de botão floral (D2), flor (D3) e maçã (D4), mas somente destes com o tratamento irrigado (D1). As cultivares não diferenciaram entre si, apresentando valor médio de 7,03 capulhos/planta (Tabela 6).

Então, quando se aplicou déficit nas diferentes fases estudadas, houve redução no número de capulhos/planta, provavelmente pelo fato do déficit hídrico ter promovido a queda de botões florais, abortamento de flores e queda de maçãs, acarretando em menor produção de capulho/planta, corroborando resultados de Silva *et al.* (1998), estudando o efeito do estresse hídrico sobre a fenologia e algumas características tecnológicas da fibra do algodoeiro herbáceo CNPA-6H.

**Tabela 6.** Médias do número de capulho por planta (NCP), peso médio de 1 capulho (PC - g), produtividade de algodão em caroço (PROD - kg ha<sup>-1</sup>) e percentagem de fibra (F - %) de cultivares de algodoeiro herbáceo em função dos déficits aplicados em diferentes fases fenológicas do ciclo. Campina Grande, PB. 2016

<b>Déficit</b>	<b>NCP</b>	<b>PC</b>	<b>PROD</b>	<b>F</b>
Irrigado (D1)	9,97a	4,79a	2122,91a	40,09a
Botão floral (D2)	5,97b	4,75a	1523,95b	39,72a
Flor (D3)	5,72b	4,77a	1595,57b	38,89a
Maçã (D4)	6,45b	5,14a	1969,53a	40,56a
Média Geral	7,03	4,86	1802,99	39,81
<b>Cultivar</b>				
BRS 286 (C1)	7,23a	4,38b	1756,11a	40,94a
BRS 336 (C2)	6,82a	5,34a	1849,86a	38,69b
Média Geral	7,03	4,86	1802,99	39,81

Nas colunas, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si.

A variável peso de 1 capulho não houve diferença entre os déficits hídricos aplicados, com valor médio de 4,86 g, diferenciando apenas dentro do fator Cultivar estudado, com maior valor médio obtido na BRS 336 (Tabela 6). As duas cultivares obtiveram valores inferiores ao padrão varietal que é de 5,5 a 6,0 g para a cultivar BRS 286 e de 6,6 g para a cultivar BRS 336, conforme Silva Filho *et al.* (2008) e Morello *et al.* (2011).

Silva *et al.* (1998) estudando o efeito do déficit hídrico sobre a fenologia e a tecnologia de fibra do algodoeiro CNPA-6H, encontraram resultados diferentes da presente pesquisa, onde quando se aplicou o tratamento estressado (TE) o peso de capulho foi afetado quando comparado com o tratamento não estressado (TNE). Também, Jalota *et al.* (2006) afirmam que a formação de capulho é uma fase de crescimento bastante sensível ao estresse hídrico.

Para a variável produtividade, observa-se que não houve diferenças entre os tratamentos irrigado (D1) e com déficit na fase de maçã (D4), mas ambos diferenciando-se dos tratamentos de déficit na fase de botão floral (D2) e de flor (D3) que também não se diferenciaram entre si. As cultivares não se diferenciaram entre si (Tabela 6).

Observa-se que quando se aplicou déficit nas fases de botão floral e flor, as cultivares apresentaram em média menores produtividades, corroborando resultados obtidos por Silva *et al.* (1998) estudando o efeito do estresse hídrico sobre a fenologia e algumas características tecnológicas da fibra do algodoeiro herbáceo CNPA-6H. Corroboram também afirmações de Han *et al.* (2001) e Guang *et al.* (2012) de que os efeitos da deficiência de água podem ser observados em quase todas as fases de desenvolvimento do algodoeiro, porém, o comprometimento da produção é mais relevante quando as variações do conteúdo de água ocorrem na fase de floração.

Em trabalhos realizados por Cordão Sobrinho *et al.* (2007) e Mendez-Natera *et al.* (2007) os baixos níveis de água no solo ocasionaram redução na produtividade do algodão, os quais corroboram com Unlü *et al.* (2011) quando estes afirmam que quando o nível de água é inferior à necessidade hídrica da planta há diminuição da produtividade devido ao estresse fisiológico; ademais, esses últimos autores verificaram que o déficit hídrico reduz o florescimento e a retenção das maçãs e causa formação inadequada das diferentes partes da planta, como hastes, folhas e maçãs, ocasionando queda na produção. Sampathkumar *et al.* (2013) também observaram que o estresse hídrico ocorrido durante o crescimento e o desenvolvimento do algodão pode reduzir a produtividade final.

Segundo Pettigrew (2004), Hank (2007), Liu *et al.* (2007) e Liu *et al.* (2008), períodos de estresse hídrico prolongado poderão afetar o crescimento vegetativo da planta com consequente redução na produção de fotoassimilados prejudicando, desta forma, a produtividade da cultura.

Em trabalho realizado por Baldo (2009), sugeriu-se que a deficiência hídrica induzida na fase de botão floral prejudica significativamente a produção de estruturas reprodutivas das cultivares de algodão. Por isso, as plantas para sobreviverem em ambientes estressantes, não produzem o máximo que podem, ao contrário, elas têm que encontrar um equilíbrio entre rendimento e sobrevivência.

Os valores da variável percentagem de fibra não variaram entre os déficits aplicados, com valor médio de 39,81%, mas sim com a cultivar (Tabela 6), concordando com Basal *et al.* (2009), Onder *et al.* (2009) e Hussein *et al.* (2011) os quais afirmam que a percentagem de fibra não é afetada pelo déficit hídrico, mas sim determinada pelas características hereditárias das cultivares.

A cultivar BRS 286 apresentou o maior valor de fibras (40,94%) (Tabela 6), mas ambas apresentaram valores médios dentro do padrão varietal que é de 39,5 a 41,0% para a cultivar BRS 286 e de 38,0 a 40,0% para BRS 336, segundo Beltrão e Azevedo (2008) Silva Filho *et al.* (2008); e Morello *et al.* (2011). Esse resultado é importante e satisfatório visto que os cotonicultores preferem cultivares com um percentual de fibra acima de 40%, visando, assim, obter um maior valor agregado, considerando-se que o preço da fibra é superior ao do caroço do algodão (CORDÃO SOBRINHO *et al.*, 2015).

## 5.2. Qualidade da fibra

Na Tabela 7 são apresentados os resultados da análise de variância para as variáveis relacionadas à qualidade da fibra: uniformidade, índice de fibras curtas, resistência, alongamento à ruptura, índice de micronaire e maturidade da fibra de cultivares de algodoeiro herbáceo BRS 286 e BRS 336 submetidas a déficit hídrico em diferentes fases fenológicas do ciclo.

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância para comprimento (UHM\_mm), uniformidade (UNF\_%), índice de fibras curtas (SFI\_%), resistência (STR\_gf tex<sup>-1</sup>), alongamento à ruptura (ELG\_%), índice de micronaire (MIC\_μg pol<sup>-1</sup>) e maturidade da fibra (MAT\_%) de cultivares de algodoeiro herbáceo submetidas a déficits hídricos aplicados em fases fenológicas do ciclo da cultura. Campina Grande, PB. 2016

Fonte de variação	GL	Quadrados médios						
		UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT
Déficit (D)	3	0.12966 <sup>ns</sup>	0.1650 <sup>ns</sup>	0.0240 <sup>ns</sup>	3.1995 <sup>ns</sup>	0.0596 <sup>ns</sup>	0.7948 <sup>**</sup>	0.0003 <sup>**</sup>
Cultivar (C)	1	237.8925 <sup>**</sup>	45.1487 <sup>**</sup>	9.3528 <sup>**</sup>	70.1520 <sup>**</sup>	23.4270 <sup>**</sup>	1.9602 <sup>**</sup>	0.0042 <sup>**</sup>
D x C	3	1.0536 <sup>ns</sup>	3.5784 <sup>ns</sup>	0.0599 <sup>ns</sup>	0.8398 <sup>ns</sup>	0.1767 <sup>**</sup>	0.0024 <sup>ns</sup>	0.0000 <sup>ns</sup>
Erro	24	0.7108	1.8841	0.2855	2.2973	0.0358	0.1429	0.0000
CV (%)		2.70	1.61	6.25	33.96	4.14	8.00	1.00

<sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup> significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente; <sup>ns</sup> – não significativo

Para o fator Déficit, observa-se que apenas as variáveis índice de micronaire (MIC) e maturidade da fibra (MAT) foram influenciadas pelos tratamentos estudados. Já para o fator Cultivar, houve significância para todas as variáveis analisadas enquanto que a interação (D x C) foi significativa apenas na variável alongamento à ruptura (Tabela 7).

Verifica-se quanto ao comprimento da fibra que não houve diferença entre os déficits hídricos aplicados, obtendo um valor médio de 31,21 mm, enquanto que a cultivar BRS 336 apresentou maior valor que a BRS 286 (Tabela 8) sendo que apenas a mesma encontrou-se dentro do padrão varietal que é de 32 a 34 mm, segundo afirmam Morello *et al.* (2011). Por conseguinte, a cultivar BRS 286, apresentou valor médio abaixo do padrão varietal que é de 29,1 a 31,3 mm, conforme dito por Silva Filho *et al.* (2008).

Os resultados encontrados diferenciam de Pettigrew (2004), ao afirmarem que a ocorrência de estresse hídrico logo após o florescimento e durante a fase de alongamento da fibra reduziu seu comprimento devido à ligação direta com os mecanismos fisiológicos de expansão celular. Do mesmo modo, o acréscimo nos valores do comprimento da fibra obtidos com a elevação dos níveis de umidade no solo observados por Beltrão *et al.* (2008), ao afirmarem que a ocorrência de déficit hídrico no período de alongamento da fibra ocasiona redução no seu comprimento, também não está de acordo com os presentes resultados.

**Tabela 8.** Médias do comprimento (UHM<sub>mm</sub>), uniformidade (UNF<sub>%</sub>), índice de fibras curtas (SFI<sub>%</sub>), resistência (STR<sub>gf tex<sup>-1</sup></sub>), índice de micronaire (MIC<sub>µg pol<sup>-1</sup></sub>) e maturidade da fibra (MAT<sub>%</sub>) de cultivares de algodoeiro herbáceo em função dos déficits aplicados em diferentes fases fenológicas do ciclo. Campina Grande, PB. 2016

<b>Déficits</b>	<b>UHM</b>	<b>UNF</b>	<b>SFI</b>	<b>STR</b>	<b>MIC</b>	<b>MAT</b>
Irrigado (D1)	31,13a	85,45a	6,27a	34,30a	4,61ab	88,2ab
Botão floral (D2)	31,07a	85,19a	6,20a	33,04a	4,77ab	88,7ab
Flor (D3)	31,33a	85,18a	6,32a	34,09a	4,37a	87,9b
Maçã (D4)	31,30a	85,41a	6,21a	34,44a	5,12b	89,5a
Média Geral	31,21	85,31	6,25	33,96	4,72	88
<b>Cultivares</b>						
BRS 286 (C1)	28,48b	84,12b	6,79b	32,48b	4,47a	87 b
BRS 336 (C2)	33,93a	86,50a	5,71a	35,44a	4,97b	89 a
Média Geral	31,21	85,31	6,25	33,96	4,72	88

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si.

Quanto à classificação industrial, os valores médios obtidos pelas cultivares BRS 286 e BRS 336 para o comprimento da fibra, as classificam como algodões de fibra média e muito longa, respectivamente, conforme Santana *et al.* (2008).

Para a variável uniformidade não houve diferença entre os déficits hídricos aplicados, obtendo um valor médio de 85,31%, enquanto que a cultivar BRS 336 apresentou maior valor que a BRS 286 (Tabela 8) mantendo-se dentro do padrão varietal que é de 83,5 a 85,5% (BRS 286) e de 82,6 a 86,3% (BRS 336) respectivamente de acordo com Silva Filho *et al.* (2008) e Morello *et al.* (2011). Para o mercado têxtil a fibra com a uniformidade obtida nesta pesquisa permite um ágio no preço do produto.

Quanto à classificação industrial, os valores médios obtidos pelas cultivares BRS 286 e BRS 336 para a uniformidade da fibra, foram classificados como algodão de fibra medianamente e muito uniforme, respectivamente (SANTANA *et al.*, 2008).

Considerando a variável índice de fibras curtas observa-se que não houve diferenças entre os déficits hídricos aplicados, obtendo um valor médio de 6,25%, ao passo que a BRS 336 obteve melhor valor que a BRS 286 (Tabela 8). Comparando-se a Bradow e Davidonis (2000), que afirmam que apesar do comprimento da fibra ser um traço primariamente genético, o índice de fibras curtas é dependente, além do genótipo, das condições de cultivo, dentre elas a disponibilidade hídrica, os presentes resultados foram semelhantes apenas no fator Cultivar.

Apenas a cultivar BRS 336 encontra-se dentro do padrão varietal que é de 4,6 a 7,3% conforme Morello *et al.* (2011). Já a cultivar BRS 286, o valor médio ficou acima do padrão varietal que é de 5,5 a 6,0% (Silva Filho *et al.*, 2008).

Quanto à classificação industrial, os valores médios obtidos pelas cultivares BRS 286 e BRS 336 foram classificados respectivamente como algodão com baixo e muito baixo índice de fibras curtas (SANTANA *et al.*, 2008). Cordão Sobrinho *et al.* (2015) afirmam que para as exigências do mercado têxtil, quanto menor for o índice de fibras curtas melhor será o desempenho da fibra no processo da fabricação do fio e maior o interesse do mercado pelo produto.

Quanto à resistência da fibra, os tratamentos de déficits hídricos não diferenciaram entre si, obtendo um valor médio de 33,96 gf tex<sup>-1</sup>, diferentemente de resultados obtidos por Johnson *et al.* (2002), enquanto que a cultivar BRS 336 alcançou maior valor que a BRS 286 (Tabela 8) sendo que apenas a mesma encontrou-se dentro do padrão varietal que é de 31,0 a 34,0 gf tex<sup>-1</sup> conforme Morello *et al.* (2011). De acordo com Silva Filho *et al.* (2008), o valor médio da cultivar BRS 286 ficou acima do padrão varietal que é de 31,0 a 34,22 gf tex<sup>-1</sup>.

Quanto à classificação industrial, conforme Santana *et al.* (2008) os valores médios obtidos pelas cultivares BRS 286 e BRS 336 para a resistência da fibra, foram classificados como algodão de fibra forte e muito forte respectivamente.

Segundo Zhao *et al.* (2012), quanto maior a resistência da fibra maior o seu valor comercial, melhorando, assim, o desempenho na tecelagem, no ganho de qualidade e na produtividade.

Quanto ao índice de micronaire, apenas os tratamentos de déficits aplicados nas fases de flor (D3) e de maçã (D4) se diferenciaram entre si, este último (fibra muito grossa) apresentando pior índice micronaire que aquele, sendo que ambos não se diferenciaram dos demais tratamentos (Tabela 8).

As cultivares estudadas também comportaram-se diferentemente, com valor médio de 4,47 e 4,97 µg pol<sup>-1</sup> para a cultivar BRS 286 e BRS 336, respectivamente (Tabela 8). Ambas as cultivares encontram-se dentro do padrão varietal que é de 3,9 a 4,47 e de 4,0 a 4,9 µg pol<sup>-1</sup> segundo Silva Filho *et al.* (2008) e Morello *et al.* (2011).

Quanto à classificação industrial, os valores médios obtidos pelas cultivares BRS 286 e BRS 336 para o índice de micronaire, foram classificados como média e grossa, respectivamente, de acordo com Santana *et al.* (2008) e Kljun *et al.* (2014).

Quanto à maturidade da fibra, apenas os tratamentos de déficit aplicados nas fases de flor (D3) e de maçã (D4) se diferenciaram entre si, este último (fibra de maturidade muito alta) apresentando a melhor maturidade do que aquele, sendo que ambos não se diferenciaram dos demais tratamentos (Tabela 8).

Provavelmente quando se aplicou o déficit na fase de maçã (D4), a fibra já estaria completamente formada segundo afirmam Silva *et al.* (2010). As cultivares também se diferenciaram entre si, com valor médio de 87 e de 89% para a cultivar BRS 286 e BRS 336, respectivamente (Tabela 8).

Quanto à classificação industrial, os valores médios obtidos pelas cultivares BRS 286 e BRS 336, foram classificados como algodão de fibra com maturidade alta e muito alta, respectivamente (SANTANA *et al.*, 2008).

**Tabela 9.** Desdobramento dos graus de liberdade do resíduo dos fatores estudados na variável alongamento à ruptura (ELG - %). Campina Grande, PB. 2016

Cultivares / Fase	Irrigado	Botão Floral	Flor	Maçã	DMS
<b>BRS 286</b>	5,57 Ab	5,55 Ab	5,30 Ab	5,27 Ab	0,35
<b>BRS 336</b>	3,70 ABa	3,55 Aa	3,92 Ba	3,67 Aba	0,35
<b>DMS</b>	0,26	0,26	0,26	0,26	-

Médias; letras maiúsculas nas linhas; letras minúsculas nas colunas (teste de Tukey).

Avaliando cada cultivar dentro dos diferentes déficits aplicados, observa-se que a cultivar BRS 286 apresentou o mesmo patamar de alongamento (baixo) da fibra em todos os tratamentos de déficit aplicados (Tabela 9). Semelhantemente Hussein (2011) afirma que níveis de irrigação exercem pouco ou nenhum efeito sob o alongamento à ruptura, porém, contrariamente, Balkcom *et al.* (2006) relatam que as diferentes lâminas de irrigação afetam os parâmetros de qualidade de fibra, como o alongamento à ruptura; por sua vez, a cultivar BRS 336 apresentou melhores índices de alongamento nos tratamentos de déficit aplicados na fase de botão floral (D2), de maçã (D4) e no tratamento sem déficit (D1 - irrigado) (Tabela 9), corroborando afirmações de Balkcom *et al.* (2006). Segundo Freire (2015), o processo de formação da fibra se dá a partir da fecundação da flor, devido a isso, déficit hídrico nesta fase pode afetar negativamente a qualidade da fibra. Provavelmente quando se aplicou o déficit na fase de maçã, a fibra já estaria formada.

Avaliando o efeito de tratamento de déficit dentro de ambas as cultivares estudadas, observa-se que todos os tratamentos de déficit promoveram melhor alongamento na cultivar BRS 336 (Tabela 9).

Ambas as cultivares estão abaixo da média do padrão varietal (Tabela 9) que é de 7,5 a 9,5% para a cultivar BRS 286 e 4,6 a 7,1% para a cultivar BRS 336, conforme afirmaram Silva Filho *et al.* (2008) e Morello *et al.* (2011).

Quanto à classificação industrial, os valores médios obtidos pelas cultivares BRS 286 e BRS 336 para o alongamento à ruptura, foram classificados como de baixo e muito baixo alongamento de acordo com Santana *et al.* (2008), o que é relevante, pois quanto menor o alongamento à ruptura maior será a resistência do fio (CORDÃO SOBRINHO *et al.*, 2015).

Em síntese, o tratamento sem déficit (irrigado em todo ciclo) promoveu os melhores valores em todas as variáveis analisadas, indicando que os tratamentos de déficits estudados para as diferentes fases fenológicas do ciclo das cultivares BRS 286 e BRS 336 de algodoeiro herbáceo não possibilitaram padrões de produção e de fibra exigidos pelo mercado e para a indústria do algodão nos dias atuais. Portanto, por se igualar ao comportamento do tratamento irrigado na maioria das variáveis analisadas, a fase de maçã foi aquela na qual o algodoeiro foi mais tolerante ao déficit.

A cultivar BRS 336 se destacou com maiores valores de peso de capulho, de percentagem de fibra e de qualidade da fibra, nesta última em quase todas as variáveis analisadas, exceto no índice de micronaire.

## **6. CONCLUSÕES**

- ✓ Os déficits hídricos aplicados nas diferentes fases fenológicas das cultivares BRS 286 e BRS 336 de algodoeiro herbáceo afetaram o número de capulho por planta, a produtividade, o índice micronaire, a maturidade e o alongamento da fibra;
- ✓ O tratamento sem déficit (irrigado) promoveu maior número de capulhos, maior produtividade, e os melhores índices de qualidade da fibra para as cultivares BRS 286 e BRS 336 de algodoeiro herbáceo;
- ✓ O algodoeiro herbáceo foi mais tolerante ao déficit na fase de maçã;
- ✓ A cultivar BRS 336 foi a mais tolerante ao déficit hídricos aplicados.

## 7. BIBLIOGRAFIA

AMORIM NETO, M. da S. **Termometria a infravermelho associada ao balanço de energia na determinação do índice de estresse hídrico da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado**. 1995. 89f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Associação Brasileira de Produtores de Algodão - ABRAPA. Números do algodão: **o algodão no mundo**. Disponível em: <http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Mundo.aspx>. Acesso em 10 de Janeiro de 2016.

AZEVEDO, P. V.; RAO, T. V. R.; ANDRADE NETO, M. S.; PEREIRA, J. R. C.; MACIEL, G. F. Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.7, p.863-870, 1993.

BALDO, R.; SCALON, S. de P. Q.; ROSA, Y. B. C. J.; MUSSRY, R. M.; BETONI, R.; BARRETO, W. dos S. Comportamento do algodoeiro cultivar delta opal sob estresse hídrico com e sem aplicação de bioestimulante. **Ciências Agrotécnica**, Lavras, v. 33, ed especial, p. 1804-1812, 2009.

BALKCOM, K. S.; REEVES, D. W.; SHAW, J. N.; BURMESTER, C. H.; CURTIS, L. M. Cotton yield and fiber quality from irrigated tillage systems in the Tennessee Valley. **Agronomy Journal**, v.98, p.596-602, 2006.

BASAL, H. DAGDELEN, N. UNAY, A. YILMAZ, E. Effects of deficit drip irrigation ratios on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fiber quality. **Journal Agronomic Crop Science** V.195 p.19-29. 2009

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

BEDNARZ, C.W.; NICHOLS, R.L. and BROWN, S.M. Plant density modifies within-canopy cotton fiber quality. **Crop Science**. V. 46, n(2) p. 950–956. 2006.

BELTRÃO, N.E.M.; ALMEIDA, O.A.; PEREIRA, J.R.; FIDELES FILHO, J. Metodologia para estimativa do crescimento do fruto e do volume absoluto e relativo da planta do algodoeiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.5, n.1, p.283-289. 2001.

BELTRÃO, N. E. de M. AZEVEDO, D. M. P. de; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S. do.; ALBUQUERQUE, W. G. de. Ecofisiologia do algodoeiro. In: BELTRÃO, N. E. de M. AZEVEDO, D. M. P. de. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2 v. 2008. 1.309p.

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de. Contribuição do melhoramento ao cultivo do algodão. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de. (Eds.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília DF: Embrapa Algodão, v.1, p. 271-279. 2008.

BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Oleaginosas e seus óleos: vantagens e desvantagens para produção de biodiesel**. Campina Grande: Embrapa Algodão (Documento 201), 2008.

BELTRÃO, N. E. M; AZEVEDO, D. M. P.; NOBREGA, L. B.; SANTOS, J. W. modificações no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro herbáceo sob saturação hídrica

do substrato em casa de vegetação. **Pesquisa. agropecuária. brasileira.**, Brasília, v.32, n.7, p.701-708, 1997.

BEZERRA, J. R. C.; LUZ, M. J. da S.; PEREIRA, J. R.; DIAS, J. M. **Efeito da antecipação da última irrigação no rendimento do algodoeiro herbáceo.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 3 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 179).

BOYER, J.S. Plant productivity and environment. **Science.** n.218 p.443-448, 1982.

BRADOW, J. M.; DAVIDONIS, G. H. Quantization of fiber quality and the cotton production-processing interface: a physiologist's perspective. **The Journal of Cotton Science**, v.4, p.34-64, 2000.

BRONSON, K. F., ONKEN, A. B.; KEELING, J. W.; BOOKER, J. D.; TORBET, H. A. Nitrogen response in cotton as affected by tillage system and irrigation level. **Soil Science Society of American Journal**, v.65, p. 1153-1163, 2001.

BUTTAR, G. S; AUJLA, M. S.; THIND, H. S.; SINGH, C. J.; SAINI, K. S. Effect of timing of first and last irrigation on the yield and water use efficiency in cotton. **Agricultural Water Management**, v.89, p.236-242, 2007.

CANECHIO FILHO, V.; PASSOS, S. M. de G.; JOSÉ, A. Algodão In: CANECHIO FILHO, V.; PASSOS, S. M. de G.; JOSÉ, A. **Principais Culturas.** Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1972. p.1-97.

CARVALHO, C. M.; VIANA, T. V. A.; MARINHO, A. B; LIMA JÚNIOR, L. A.; AZEVEDO, B. M.; VALNIR JÚNIOR, M. Influência de diferentes lâminas de irrigação no crescimento inicial do pinhão manso. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.5, p.75-81, 2011.

CARVALHO, L. P.; COSTA, J. N.; FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de algodoeiro originários de matérias silvestres. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 271, p. 303-310, 2000.

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.

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB | **Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Quinto levantamento - 02/2016** Brasília: Conab 2013 v. 3 - Safra 2015/16, n 5. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>.

CONATY, W. C., BURKE J. J., MAHAN, J. R., NEILSON, J. E., SUTTON, B.,G. Determining the optimum plant temperature of cotton physiology and yield to improve plant-based irrigation scheduling. **Crop Science**, n.52, p.828-1836, 2012.

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, n. 3, p.284-292, 2007.

CORDÃO SOBRINHO, F. P.; GUERRA, H. O. C.; ARAUJO, W. P.; PEREIRA, J. R.; ZONTA, J. H.; BEZERRA, J. R. C. Fiber quality of upland cotton under different irrigation

depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** Campina Grande. v.19, n.11, p.1057–1063, 2015.

COSTA, J. N. da; ALMEIDA, F. de A. C.; SANTANA, J. C. F. de; COSTA, I. L. L. da; WNADERLEY, 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).

DAVIDONIS, G. H.; JOHNSON, A. S.; LANDIVAR, J.; FERNANDEZ, C. J. Cotton fiber quality is related to boll location and planting date. **Agronomy Journal**, v.96, n.1, p.42-47, 2004.

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

DUARTE, E. A. A., MELO FILHO, P. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LIMA, L. M.; SANTOS, R. C. 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.

DUARTE, J. M. de L.; LIMA, A. D.; NASCIMENTO, R. S.; VIANA, T. V. de A.; SARAIVA, K. R.; AZEVEDO, B. M. de. Eficiência do uso da água na produção de óleo do girassol (*helliantus annuus L.*), sob suspensão hídrica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.6, n. 3, p. 166 - 175, 2012.

ECHER, F. R. **O algodoeiro e os estresses abióticos: temperatura, luz, água e nutrientes**. Cuiabá: IMAmt, 2014. 9p.

ECHER, F. R.; CUSTÓDIO, C. C.; HOSSOMI, S. T.; DOMINATO, J. C.; MACHADO NETO, N. B. Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n. 4, p.638-645, 2010.

FERRAZ, R. L. S; MELO, A. S; FERREIRA, R. S. F; DUTRA, A. F; FIGUEREDO, L. F. Aspectos morfofisiológicos, rendimento e eficiência no uso da água do meloeiro 'Gália' em ambiente protegido. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n. 4, p. 957-964, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FREIRE, E. C. Fatores que afetam a qualidade das fibras. **In: FREIRE, E. C. Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Positiva. Cap 19, p.653-750, 2015.

FUZATTO, M. G. Melhoramento genético do algodoeiro. **In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTO, W. J. Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafos, 1999. P.15-31.

GE, Y. **Mapping In-field Cotton Fiber Quality and Relating It to Soil Moisture**. Texas A & M University, 2007.

GOLDTHWAIT, C. F; SMITH, H. O; BARNETT, M.P. New dye technique shows maturity of cotton, **Textile World** v.97 p.105–110, 1947.

GOMIDE, R. L.; ALBUQUERQUE, P. E. P. de. Agrometeorologia e otimização do uso da água na irrigação. **Informe Agropecuário**, v.29, n.246, p.72-85, 2008.

- GUANG, C.; XIUGUI, W.; YU, L.; WENBING, L. Effect of waterlogging stress on cotton leaf area index and yield. **Procedia Engineering**, v.28, p.202–209, 2012.
- HAN, H. L.; KANG, F. J. Experiment and study of the effect of moisture coerce [stress] on cotton producing. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Sciences**, v.77, n.12, p.37-40, 2001.
- HANK, H. D. Effect of irrigation systems and moisture regimes at different growth stages on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 77, n.12, p.870-872, 2007.
- HAY, R.; PORTER, J. **The physiology of crop yield**. Ames: Blackwell, 2006.
- HEARN, A. B. The principals of cotton water relations and their application in management. In: CONSTABLE, G. A.; FORRESTER, N. W. (Eds.) Challenging the Future: **Proceedings of the World Cotton Research Conference - 1**. Brisbane/ Melbourne:CSIRO. p 66-92, 1995.
- HUSSEIN, F.; JANAT, M.; YAKOUB, A. Assessment of yield and water use efficiency of drip-irrigated cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by deficit irrigation. **Turkish Journal of Agricultural and Forestry**, v.35, p.611-621, 2011.
- JALOTA, S. K.; SOOD, A.; CHAHAL, G. B. S.; CHOUDHURY, B. U. Crop water productivity of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) – Wheat (*Triticum aestivum* L.) system as influenced by deficit irrigation, soil texture and precipitation. **Agricultural Water Management**, v.84, p.137-146, 2006.
- JOHNSON, R. M.; DOWNER, R. G. ; BRADOW, J. M.; BAUER, P. J.; SADLER, E. J. Variability in cotton fiber yield, fiber quality, and soil properties in a southeastern coastal plain. **Agronomy Journal**, v.94, n.6, p.1305-1316, 2002.
- KLJUN, A.; El-Dessouky, H.M.; Benians, T.A.S.; Goubet, F.; Meulewaeter, F.; Knox, J.P.; Blackburn, R.S. ANALYSIS OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF DEVELOPING COTTON FIBRES. **EUROPEAN POLYMER JOURNAL**, V.51, P.: 57-68, 2014.
- KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. Water relations of plants and soils. San Diego: **Academic Press**, 1995. 495p.
- KRAMER, P.J. Water deficits and plant growth. pp: 342-389. In: P.J. Kramer (ed.). Water relations of plants. **Academic Press**, New York, 1983.
- LACAPE, J.M.; LLEWELLYN, D.; JACOBS, J.; ARIOLI, T.; BECKER, D.; CALHOUN, S. Meta-analysis of cotton fiber quality QTLs across diverse environments in a *Gossypium hirsutum* x *G. barbadense* RIL population. **BMC Plant Biology**, v.10, n.132, p.2-24, 2010.
- LE HOUEROU, H. N. Climate changes, drought and desertification. *J. Arid. Environ.* v.34 p.133-185, 1996.
- LIU, L. D.; LI, C. D.; SUN, H. C.; GAO, X. F.; REN, X. Effect of water stress on carbohydrate metabolism in cotton with varying boll sizes. **Cotton Science**, v.19, n.2, p.129-133, 2007.
- LIU, R. X.; GUO, W. Q.; CHEN, B. L.; WANG, Y. H.; ZHOU, Z. G. Effects of nitrogen on the dry matter, nitrogen accumulation and distribution of cotton under short-term soil drought

during the flowering and boll-forming stage. **Acta Botanica Boreali Occidentalia Sinica**, v.28, n.6, p.1179-1187, 2008.

LOKA, D. D.; OOSTERHUIS D. M.; RITCHIE G. L. W. Water-Deficit Stress in Cotton. In: *Stress Physiology in Cotton*. Oosterhuis, M D., Tennessee: p.37 – 73, 2011.

LUO, H.; ZHANG, H.; HAN, H.; HU, Y.; ZHANG, Y.; ZHANG, W. Effects on water storage in deeper soil layers on growth yield, and water productivity of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) In arid areas of northwestern china. **Irrigation and Drainage**, v.63, n.1, p.59-70, 2013.

MAGALHÃES, A. R.; GARAGORRY, F. L.; GASQUES, J. G.; MOLION, L. B. C.; AMORIM NETO, M. S. A.; NOBRE, C. A.; PORTO, E. R.; REBOUÇAS, O. E. **The effects of climatic variations on agriculture in Northeast to Brasil**. Luxemburg. p 109, 1987.

MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, A. S. De; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. de. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 5 p.159, 2011.

MASSACCI, A. S. M.; NABIEV, L.; PETROSANTI, S. K.; NEMATOV, T. N.; CHERNIKOVA, K.; THOR, and J. LEIPNER. 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 Physiol. Biochem.**v.46 p.189-195, 2008.

MATTIONI, F.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; MENDONÇA, E. A. F. Desempenho sementes de algodoeiro submetidas a diferentes tipos de estresses. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.80-85, 2009.

MENDEZ-NATERA, J. R.; LARA, L.; GIL-MARÍN, J. A. Efecto del riego por goteo em el crecimiento inicial de três cultivares de algodón (*Gossypium hirsutum* L.). **Idesia**, v.25, n.2, p.7-15, 2007.

MEREDITH, W.R., and R.R. BRIDGE. Yield, yield component and fiber property variation of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) within and among environments. **Crop Science**. v.13 n.(3) p.307– 312, 1973.

MORELLO, C. de L.; PEDROSA, M. B.; CHITARRA, L. G.; SUASSUNA, N. D.; SILVA FILHO, J. L. da; FREIRE, E. C.; BENITES, F. R. G.; FARIAS, F. J. C; LAMAS, F. M.; ANDRADE, F. P.; BARROSO, P. A. V.; RIBEIRO, P. A. V.; GODINHO, V. de P. **BRS 336 cultivar de alta qualidade de fibra para cultivo no cerrado e no semiárido do Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2011, 2 p. (folder).

NUNES FILHO, J.; SÁ, V.A.L; JÚNIOR, I.S.O; COUTINHO, J.L.B; SANTOS, V.F. 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, n 3, p 295-299, 1998.

ONDER, D.; AKISCAN, Y.; ONDER, S.; MERT, M. Effect of different irrigation water level on cotton yield and yield components. **African Journal of Biotechnology**, v.8, p.1536-1544, 2009.

PACE, P. F.; HARRY T. CRALLE, SHERIF H. M. EL-HALAWANY, J. TOM COTHREN, and SCOTT A. SENSEMAN. **PHYSIOLOGY Drought-induced Changes in Shoot and Root Growth of Young Cotton Plants.** *The Journal of Cotton Science*, v 3. p183-187, 1999.

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

PEREIRA, L. S.; PAREDES, P.; EHOLPANKULOV, E. D.; INCHEKOV, O. P.; TEODORO, P. R.; HORST, M. G. Irrigation scheduling strategies for cotton to cope with water scarcity in the Fergana Valley, Central Asia. *Agricultural Water Management*, v.96, p.723-735, 2009.

PETTIGREW, W.T. Moisture deficit effect on cotton lint yield, yield components, and boll distribution. *Agronomy Journal*, v.96, n.2, p.377-383, 2004.

RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A. **Aspectos Socioeconômicos do Algodoeiro Herbáceo.** Dourados, MS, Embrapa informações técnicas. p. 11 , 1988.

ROSOLEM, C.A. **Produtividade máxima da soja.** Rondonópolis: Fundação MT, p. 237-244. (Boletim de Pesquisa de Soja). 2007.

SAMPATHKUMAR, T.; PANDIAN, B.J.; RANGASWAMY, M.V.; Manickasundaram, P.; JEYAKUMAR P. Influence of deficit irrigation on growth, yield and yield parameters of cotton–maize cropping sequence. *Agricultural Water Management*, v.130, p.90-102, 2013.

SANTANA, J. C. F. DE; VANDERLEY, M. J. R.; BELTRÃO, N. E. DE M.; VIEIRA, D. J. Características do fio e da fibra do algodão: análise e interpretação dos resultados. In: BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil.** Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. v. 2, p. 857-888.

SANTANA, J. C. F de ; WANDERLEY, M. J. R.; BELTRÃO N. E. De M. ; AZEVEDO, D. M. P. de; LEÃO, A. B. ; VIEIRA, D. J. Características da fibra e do fio do algodão. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.). **O agronegócio do algodão no Brasil.** 2 ed. revista e ampl. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 1099-1120. 2008.

SESTREN, J. A.; LIMA, J. J. de. Características e Classificação da Fibra de Algodão. In: **FREIRE, E. C. Algodão no cerrado do Brasil.** Brasília: Gráfica e Editora Positiva. Cap 19, p.653-750, 2015.

SILVA FILHO, J. L. da; PEDROSA, M. B.; MORELLO, C. de L.; FREIRE, E. C.; ALENCAR, A. R de.; ANDRADE, F. P.; CHITARRA, L. G.; FARIAS, F. J. de C.; VIDAL NETO, F. das C. **BRS 286 Cultivar de Alta produtividade de Pluma de Porte Baixo, para Cultivo no Estado da Bahia.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008, 2 p 1 folder.

SILVA, B. B. de.; SOUZA, C. B. de.; RAO, T. V. R. AZEVEDO, P. V. de. ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Efeitos do déficit hídrico sobre a fenometria e a tecnologia de fibra do algodoeiro herbáceo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande, v.2, p.42-46, 1998.

SILVA, V. G. de F.; ANDRADE, A. P. de; FERNANDES, P. D.; SILVA, I. de F. da; AZEVEDO, C. A. V. de; ARAÚJO, J. S. Productive characteristics and water use efficiency in cotton plants under different irrigation strategies. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.14, n.5, p.451–457, 2010.

- SOUZA, C. R. de; SOARES, Â. M.; REGINA, M. de A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.1221–1230, 2001.
- STEWART, J.M. Fiber initiation on the cotton ovule (*Gossypium hirsutum*). **Am. J. Bot.** v. 62 p.723–730, 1975.
- TANG, L., Li, Y., ZHANG, J. Physiological and yield responses of cotton under partial root zone irrigation. **Field Crops Research**, v.94, p.214-223, 2005.
- ÜNLÜ, M; KANBER, R. D. KOÇ, L. SERVET TEKIN, BURÇAK KAPUR. Effects of deficit irrigation on the yield and yield components of drip irrigated cotton in a mediterranean environment. **Agricultural Water Management**, v.98, n.4, p. 597–605, 2011.
- WENDEL, J. F.; BRUBAKER, C. L.; SEELANAN, T. The origin and evolution of *Gossypium*. In: STEWART, J.; OOSTERHUIS, D.; HEITHOLT, J. J.; MAUNEY, J. Editors. **Physiology of cotton**. New York. p. 563, 2010.
- WHEELER, T. A.; KEELING, J. W.; BORDOVSKY, J. P.; EVERITT, J.; BRONSON, K. F.; BOMAN, R. K.; MULLINIX JR., B. G. Effect of Irrigation Rates on Three Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Cultivars in a Root-knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) Infested Field. **The Journal of Cotton Science** v.13 p.56–66, 2009.
- ZHAO, W.; LI, J. LI, Y.; YIN, J. Effects of drip system uniformity on yield and quality of Chinese cabbage heads. **Agricultural Water Management**, v.110, p.118–128, 2012.
- ZHAO, W.; ZHOU, Z.; MENG, Y.; CHEN, B.; WANG Y. Modeling Fiber Fineness, Maturity, and Micronaire in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Journal of Integrative Agriculture**, v.12, p.67-79, 2013.
- ZONTA, J. H.; BEZERRA, J. R. C.; SOFIATTI, V.; FARIAS, F. J. C.; CARVALHO, L. P. de. Efeito da irrigação no rendimento e qualidade de fibras em cultivares de algodoeiro herbáceo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 43-52, 2015.