

**ANÁLISE GENÉTICA PARA CARACTERES DE FIBRAS EM
GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO SUBMETIDOS A ESTRESSE
HÍDRICO**

WALMIR SOUZA VASCONCELOS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAIBA

CAMPINA GRANDE, PB

ABRIL, 2016

**ANÁLISE GENÉTICA PARA CARACTERES DE FIBRAS EM
GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO SUBMETIDOS A ESTRESSE
HÍDRICO**

WALMIR SOUZA VASCONCELOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba /
Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Ciências Agrárias / Área de Concentração:
Melhoramento Vegetal

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Roseane Cavalcanti dos Santos

Coorientador: Dr. Francisco José Correia Farias

CAMPINA GRANDE, PB

ABRIL, 2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

V331a Vasconcelos, Walmir Souza
Análise genética para caracteres de fibras em genótipos de algodoeiro submetidos a estresse hídrico [manuscrito] / Walmir Souza Vasconcelos. - 2016.
59 p.
Digitado.
Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2016.
"Orientação: Profa. Dr^a Roseane Cavalcanti dos Santos, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa".
1. Gossypium hirsutum, L.. 2. Melhoramento Genético. 3. Estresse hídrico. 4. Genótipos. 5. Combinações híbridas. I.
Título. 21. ed. CDD 633.51


**ANÁLISE GENÉTICA PARA CARACTERES DE FIBRAS EM
GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO SUBMETIDOS A ESTRESSE
HÍDRICO**

WALMIR SOUZA VASCONCELOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba /
Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Ciências Agrárias/ Área de Concentração:
Melhoramento Vegetal

Aprovado em 04 de abril de 2016


Banca Examinadora



Prof. Anielson dos Santos Souza (D.Sc. Agronomia) - UFCG



Prof. José Jaime Vasconcelos Cavalcanti (D.Sc. Genética e Melhoramento) – EMBRAPA



Profª. Roseane Cavalcanti dos Santos (D.Sc. Genética e Melhoramento) - EMBRAPA

Orientadora

orientadora

O

A Deus por todas as oportunidades a mim concedida

OFEREÇO

Sem sonhos, as perdas se tornam insuportáveis, as pedras do caminho se tornam montanhas, os fracassos se transformam em golpes fatais.

Mas, se você tiver grandes sonhos...

Seus erros produzirão crescimento, seus desafios produzirão oportunidades, seus medos produziram coragem.

Por isso, meu ardente desejo é que você

NUNCA DESISTA DE SEUS SONHOS

A Augusto Cury,

Minha homenagem.

A meus pais, José Valdi e Maria Wilma, e a meus filhos, Gabriel, Guilherme e Isis, pelo amor, carinho e dedicação em todos os momentos de minha vida

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da UEPB e à Capes, pela oportunidade na realização do Curso e concessão de bolsa, respectivamente.

À Embrapa Algodão, pelo apoio de toda infraestrutura disponível para condução da pesquisa.

A equipe de orientação, Dr^a Roseane Cavalcanti dos Santos, Dr. Francisco José Correia Farias e Dr. José Jaime Vasconcelos Cavalcanti pela dedicação e ensinamentos repassados durante o treinamento.

Aos Professores Drs. Alberto Soares de Melo, Carlos Henrique Salvino Gadelha Meneses, José Germano Véras Neto, Diogo Neder, Paulo Ivan Fernandes Júnior, Pedro Dantas Fernandes e Liziane Maria de Lima pelos ensinamentos no decorrer do curso.

Aos amigos e colegas da Embrapa Algodão do campo experimental de Barbalha, CE, pela receptividade, dedicação e empenho na condução dos experimentos.

Aos amigos e colegas da Pós-graduação que contribuíram, de forma direta ou indireta, para realização desse trabalho;

A todos meus familiares, em especial Krenak Ravi Souza Vasconcelos, pela força, atenção e companheirismo a mim dedicados.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo Geral	15
2.2. Objetivos Específicos	15
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1 Aspectos gerais do algodoeiro	16
3.2. Estresse hídrico no algodão	18
3.3. Contribuição da análise dialéctica no melhoramento de plantas.....	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1. Recursos genéticos e realização do experimento.....	26
4.2. Análise estatístico-genética	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
6. CONCLUSÕES	50
7. REFERENCIAS	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos genótipos utilizados no cruzamento dialélico.....	27
Tabela 2. Esquema do cruzamento dialélico parcial envolvendo genitores de elite (G1), tolerantes a seca (G2) e seus respectivos híbridos (F1's), segundo metodologia de dialelos parciais, proposta por Geraldi e Miranda Filho (1988).....	27
Tabela 3. Esquema da análise de variância individual (A), conjunta (B) e do dialelo (C), segundo Cruz et. al. (2012).....	32
Tabela 4. Resumos das análises da variância individual para os tratamentos estressado (A), Controle (B) e Conjunta (C) para caracteres tecnológicos de fibra: comprimento (UHM), uniformidade (UNF %) índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR (gf/tex)), alongação à ruptura (ELG %), índice de micronaire (MIC), maturidade (MAT), reflectância (Rd %) e índice de fiabilidade (CSP). Campina Grande, PB 2014.....	35
Tabela 5. Valores médios das características SFI, STR e MAT do efeito isolado regime hídrico, Barbalha, CE - (2014).	36
Tabela 6. Valores médios para os caracteres tecnológicos de fibra com efeito significativo para interação (G x TH) comprimento (UMH), uniformidade (UNF), alongação (ELG). Campina Grande, PB 2014.	41
Tabela 7. Média dos caracteres tecnológicos de fibra com efeito significativo para interação (G x A) Índice de micronaire (MIC), reflectância (Rd %) e índice de fiabilidade (CSP), Barbalha, CE 2014.....	44
Tabela 8. Quadrados médios da análise da variância para CGC e CEC para características das fibras de algodão, Campina Grande, PB 2014.....	45
Tabela 9. Estimativas da CGC para os genótipos componentes dos grupos I (GI) e II (GII) para as características tecnológicas de fibra.....	47
Tabela 10. Estimativa da CEC dos híbridos F1's (Sij) para as características tecnológicas de fibra.....	49

RESUMO

O sucesso de um programa de melhoramento depende, de forma geral, dos recursos genéticos que serão utilizados para gerar variabilidade e, posteriormente, da seleção das melhores combinações híbridas que possam produzir segregantes promissores. Para tanto, as estimativas sobre capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC), e ainda a expressão heterótica entre os cruzamentos são ferramentas largamente adotadas e contributivas para auxiliar no desenvolvimento de novas cultivares. Objetivou-se estimar parâmetros genéticos através da capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC) de características tecnológicas da fibra de algodoeiro utilizando esquema de cruzamento dialélico parcial entre algodoeiros herbáceo e arbóreo submetidos a dois regimes hídricos. A pesquisa foi conduzida na estação experimental da Embrapa, em Barbalha-Ceará, utilizando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com análise conjunta composta de 20 (híbridos) e 2 (regime hídrico) com três repetições. As características tecnológicas de fibra foram avaliadas no Laboratório de Tecnologia de Fibra e Fios da Embrapa Algodão, em Campina Grande-PB, por meio do HVI (Uster HVI 1000) tomando-se 20 capulhos/parcela como amostra padrão. Os caracteres avaliados foram: comprimento de fibra UHM (mm), uniformidade de fibra UNF (%), Índice de fibras curtas SFI, resistência STR (gf/tex), alongamento à ruptura ELG (%), Índice de micronaire MIC, maturidade MAT, reflectância Rd (%) e Índice de fiabilidade (CSP). Verificou-se que os regimes hídricos em estudo influenciaram nas características tecnológicas da fibra. Efeitos aditivos e não aditivos foram detectados, sendo os primeiros mais expressivos por apresentar quadrados médios da CGC maior do que o da CEC, para a maioria dos caracteres. De modo geral, os genótipos FM 966 (UHM, UNF, STR, SFI e CSP), FMT 705 (MIC), BRS Rubi (ELG e Rd), CNPA 5M (UHM, UNF, SFI, STR, ELG e CSP) e BRS Seridó (MIC e MAT) foram contributivos para melhorar as características tecnológica da fibra, sob condição estresse hídrico. As melhores combinações híbridas, baseadas na CEC foram FMT 701 x CNPA ITA 90 para (UHM, UNF, SFI e CSP), FM 966 x CNPA 5M (UHM, Rd e CSP), FM 966 x BRS Seridó (UNF e SFI), BRS 286 x BRS Seridó (STR, ELG e CSP), e as combinações FMT 705 x CNPA ITA 90 e BRS Rubi x CNPA ITA 90 (MIC).

Palavras chaves: *Gossypium hirsutum*, L.; Capacidade combinatória de combinação; Melhoramento.

ABSTRACT

The success of a breeding program depends, in general, of genetic resources to be used to generate variability and subsequently selecting the best hybrid combinations that can produce promising segregating. Therefore, estimates of general (GCA) and specific combining (SCA), and also the heterotic expression between junctions are widely adopted tools and contribution to assist in the development of new cultivars. This study aimed to estimate genetic parameters through the general (GCA) and specific combining (SCA) of technological characteristics of cotton fiber using partial diallel mating scheme between herbaceous and arboreal cotton under two water regimes. The research was conducted at Embrapa experimental station in Barbalha, Ceará, using the experimental design of randomized blocks, with joint analysis comprised 20 (hybrids) and 2 (water system) with three replications. Technological fiber characteristics were evaluated in Fiber and Yarn Cotton Embrapa Technology Laboratory in Campina Grande-PB, through the HVI (Uster HVI 1000) by taking 20 bolls / plot as standard sample. The traits Evaluated Were: fiber length UHM (mm), fiber uniformity UNF (%), short fiber index SFI (%), strength (STR gf / tex), elongation ELG (%), micronaire index MIC, maturity MAT, reflectance Rd (%) and count strength product (CSP). It was found that the water systems under study influence on the technological characteristics of the fiber. additive effects and no additives were found, the first more significant for presenting mean squares of the highest GCA than the CEC, for most characters. In general, the FM 966 genotypes (UHM, UNF, STR, SFI and CSP), FMT 705 (MIC), BRS Rubi (ELG and Rd), CNPA 5M (UHM, UNF, SFI, STR, ELG and CSP) and BRS Seridó (MIC and MAT) were contributing to improve the technological characteristics of the fiber under water stress condition. The best hybrid combinations, based on the CEC were FMT 701 x CNPA ITA 90 for (UHM, UNF, SFI and CSP), FM 966 x CNPA 5M (UHM, Rd and CSP), FM 966 x BRS Seridó (UNF and SFI) BRS 286 x BRS Seridó (STR, ELG and CSP), and combinations FMT 705 x CNPA ITA 90 and BRS Rubi x CNPA ITA 90 (MIC).

Keywords: *Gossypium hirsutum*, L.; Combining ability of combination; Breeding.

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.) é uma das espécies fibrosa e oleaginosa mais antiga e de grande importância para humanidade, conhecida mundialmente por produzir a mais importante fibra têxtil, além da sua capacidade de produção de óleo vegetal. É originário dos trópicos, mas, também é explorado economicamente em países com clima subtropical. A lavoura é responsável pelo sustento de milhões de pessoas em todo o mundo e geração de emprego e renda para pequenos e grandes produtores. É cultivada comercialmente em mais de 60 países em uma área anual superior a 35 milhões de hectares em diferentes regiões, que apresentam variações ambientais distintas, de solo, clima e temperatura (VIDAL NETO e FREIRE, 2013).

A cotonicultura é responsável por cerca de 40% da fibra natural produzida no mundo. Mais de dois terços da produção mundial é proveniente de regiões de latitudes superiores a 30° N, onde se localizam os dois principais produtores mundiais, Estados Unidos e China (FAO, 2014). O Brasil é o quinto produtor, com produção de 1,5 milhões de toneladas de algodão em pluma, ao lado da Índia, China, Estados Unidos e Paquistão (ABRAPA, 2015). O estado de Mato Grosso é responsável por mais de 56% da produção, seguido da Bahia, com 24% (CONAB, 2015).

A lavoura algodoeira atravessou desafios significativos na década de 80, como problemas conjunturais de mercado, regido pelos preços internacionais, e a entrada do bicudo do algodoeiro, em 1983, nas principais zonas produtoras. Vários campos foram dizimados fazendo com que a área de produção decaísse drasticamente. Com a modernização de maquinários e o desenvolvimento de novas tecnologias, especialmente as cultivares mais competitivas e adaptadas as condições do cerrado, a lavoura soergueu e atualmente é uma das principais *commodities* nacionais (BUAINAIN e BATALHA, 2007; VIDAL NETO e FREIRE, 2013).

A cotonicultura é de grande importância tanto para a indústria têxtil como para a alimentícia. A fibra, o principal produto, oferece mais de 400 aplicações industriais, tais como tecidos, algodão hidrófilo, cobertores, estofamento, celulose, entre outros. O caroço é utilizado para extração de óleo e para fabricação de margarina e sabões; o bagaço, que tem alto valor proteico, é utilizado na fabricação de torta, para alimentação animal (BUAINAIN e BATALHA, 2007; ABA, 2015).

Para produtores de base familiar, representa uma fonte de emprego e renda, especialmente os sediados na região semiárida, uma vez que há vários genótipos que detém larga plasticidade para adaptação as condições climáticas dessa região. Apesar disso, sabe-se que há uma forte correlação negativa entre resistência a seca e produtividade, de modo que as combinações genéticas advindas de cruzamentos entre materiais superiores e divergentes representam uma oportunidade de conciliar ambas características em um mesmo material. Para tanto, é imprescindível que o melhorista invista na seleção de bons genitores, que agreguem maior número de caracteres úteis, de modo a permitir maior sucesso nos trabalhos de seleção (FREIRE e FARIAS, 2005).

Ao ser liberada para o mercado, as cultivares de algodão devem atender basicamente três setores da economia, os produtores, as indústrias de beneficiamento e a indústria de

fiação e tecelagem. O uso de genitores robustos, com alta capacidade produtiva e larga adaptação ambiental, auxilia consideravelmente para elevar as perspectivas de seleção de progênes promissoras (VIEIRA, 2006).

Dentre as estratégias adotadas no melhoramento para elevar o nível de variabilidade intrapopulacional, o uso de cruzamentos dialélicos é o que mais fornece informações para que o melhorista atinja seus intuitos no programa de melhoramento delineado. Esta metodologia proporciona estimativas de parâmetros úteis para seleção de genitores, para hibridação e para o entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres (COSTA, 2006). A estimativa das capacidades de combinação geral (CGC) e específica (CEC), além dos efeitos heteróticos resultantes de um sistema de cruzamento dialélico, é uma das estratégias mais utilizadas para a escolha de genitores promissores. A capacidade combinatória refere-se ao comportamento de linhagens ou cultivares quando são usadas em combinações híbridas em um ou em vários sentidos, entre si (SPRAGUE e TATUM, 1942). Portanto, a CGC é utilizada para designar o comportamento médio de um genitor em todos os cruzamentos de que participa e está associada aos efeitos aditivos dos alelos e as ações epistáticas do tipo aditivo. Já a CEC é utilizada para designar os casos em que certas combinações híbridas são superiores ou inferiores em relação ao esperado quanto a desempenho médio dos dois genitores (CRUZ et al., 2004).

Considerando-se que o problema de estiagem é um fator climático que abrange a maioria das regiões brasileiras e ainda que a lavoura do algodão é uma das principais *commodities* nacionais responsável por divisas substanciais na economia brasileira, o investimento em pesquisas para identificar e posteriormente recomendar cultivares de ampla adaptabilidade e tolerantes às condições de estiagens representa uma atitude proativa capaz de contribuir não apenas para o soerguimento da lavoura, especialmente na região Nordeste,

como também propiciar melhor condição agrícola para os produtores que lidam com esta lavoura.

A equipe de melhoramento genético da Embrapa Algodão tem investido na geração de novas linhagens por meio de cruzamentos dialélicos, envolvendo parentais robustos de elevada capacidade produtiva, com fins de identificar matérias tolerantes a ambientes com baixa disponibilidade hídrica. Várias linhagens resultantes desses cruzamentos têm sido utilizadas em ensaios finais e de VCU (valor de cultivo e uso) visando identificação dos melhores indivíduos, com perspectiva de serem posteriormente indicadas como futuras cultivares. É com esse propósito que se realizou o presente trabalho, focalizando na seleção de linhagens elites conduzidas no semiárido nordestino, para tolerância a seca e qualidade das fibras.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar cruzamentos dialélicos oriundos de algodoeiros herbáceos e arbustivos (Mocó), em dois regimes hídricos, por meio das estimativas de CGC e CEC para características tecnológicas da fibra.

2.2. Objetivos Específicos

- Estimar as capacidades geral e específica de combinações entre genótipos de algodoeiro para características tecnológicas de fibra
- Identificar as combinações hídricas que permitam melhor ajuste na produção de fibras, em função do estresse hídrico imposto, em condições de campo

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos gerais do algodoeiro

O algodoeiro é uma dicotiledônea pertencente à família *Malvaceae*, gênero *Gossypium*, tribo *Gossypieae*, contendo 50 espécies, distribuídas nas regiões áridas e semiáridas da África, Austrália, Américas, Índia, Galápagos e Havaí (FREIRE et al, 2013). Entre as espécies, 45 são diplóides ($2n=2x=26$) e seis alotetraplóides ($2n=4x=52$) entre espécies selvagens e cultivadas. Das espécies cultivadas, duas são diplóides (*G. herbaceum* e *G. arboreum*), originárias do Velho Mundo, e duas alotetraplóides (*G. hirsutum* e *G. barbadense*), originária do Novo Mundo. As espécies *G. hirsutum* e *G. barbadense* são as mais comercialmente utilizadas, sendo a primeira a mais importante, contribuindo com 90 a 95% da produção mundial (FUZATTO, 1999; PENNA, 1999; VIEIRA, 2006; MALEIA, 2010).

A espécie *G. barbadense*, também conhecido como algodoeiro Pima, Egípcio ou Tanguis, é caracterizada por produzir algodão de alta qualidade de fibra longa, sendo cultivado principalmente no Egito, Sudão, Peru, Estados Unidos e em alguns países da antiga União Soviética, correspondendo apenas a 5% da produção mundial (FREIRE et al. 2013).

De acordo com a especiação do gênero, sete raças geográficas são conhecidas: *latifolium*, *marie-galante*, *morrilli*, *palmeri*, *punctatum*, *richmondi* e *yucatanense* (NEVES, 1965). A raça *latifolium*, originária do México e da Guatemala, deu origem às cultivares comerciais *upland*, amplamente semeadas no mundo (ZOHARY, HOPF, 2001).

O algodão herbáceo, largamente cultivado mundialmente e também conhecido como *upland*, é uma planta anual que possui porte subarbusivo e crescimento indeterminado, com produção variável de capulhos. Este é representado por quatro espécies que apresentam variações quanto a alguns aspectos da biologia floral e reprodutiva. De modo geral, as folhas possuem nectários na face inferior e na base das flores, além de glândulas produtoras de gossipol (FARIAS, 2005). No aspecto reprodutivo, as flores são hermafroditas, com ovário multicarpelar (3 a 5), cada um contendo vários óvulos, que, se fertilizados, gerarão as sementes. Os grãos de pólen são liberados na antese, permanecendo viáveis por doze horas. A taxa de cruzamento natural é variável de acordo com os genótipos e os ambientes. Mediante este fato o algodoeiro é uma planta com sistema reprodutivo considerado misto, também denominado parcialmente autógamo (CRISÓTOMO, 1989). A taxa de fecundação cruzada varia entre 5 a 75%, dependendo dos fatores ambientais, especialmente direção e velocidade dos ventos e insetos melíferos (SEN, et. al. 2004; BOLEK, OGLAKÇI, 2007).

A lavoura se adapta desde 47° N até 30° S, apresentando limites geográficos muito mais amplos do que seus ancestrais (NEVES, 1965). O manejo ocorre em regiões tropicais, semiáridas e áridas, cultivada em regime de sequeiro ou irrigado (PENNA, 2005).

O algodoeiro é uma planta de exploração integral (planta, semente, fibra), e utilizada como matéria prima em diversos segmentos, como na indústria alimentícia, têxtil, de cosmético, ração animal, farmacêutica, de celulose entre outras, o que possibilita uma cadeia produtiva longa e complexa. O principal produto do algodoeiro é a fibra que contém 94% de celulose. Trata-se de tricomas da semente, formados por uma única célula que se projeta para

fora da epiderme com paredes secundárias celulósicas espessadas. A célula é alongada e estruturalmente diferenciada dentro de uma zona concêntrica, com um miolo central chamado de lúmem. A camada mais externa é denominada de cutícula composta por um fino filme de gorduras, pectinas e cera (PAN, et. al, 2010).

O Brasil tem tido competitividade no mercado de fibra nacional e internacional. Tal feito se deve aos vários processos tecnológicos adotados pelos produtores, especialmente sediados na região dos cerrados, e as cultivares melhoradas, desenvolvidas pelas empresas de pesquisa, ressaltando o papel da Embrapa que tem contribuído expressivamente no crescimento do agronegócio cotonícola do país. A comercialização da fibra é baseada nas características físicas, intrínsecas e extrínsecas, sendo classificadas pelo HVI (High Volume Instrument), de acordo com a legislação vigente (FREIRE e NETO, 2013). Para o mercado de fibras, as características físicas mais requisitadas são índice micronaire, comprimento, uniformidade, índice de fibras curtas, índice de fiabilidade, resistência, alongamento, reflectância e grau de amarelecimento (TANG, 2015).

3.2. Estresse hídrico no algodão

Estresses de natureza abiótica são considerados intempéries que afetam as lavouras, de maneira geral. Dentre esses, o estresse hídrico é um dos mais citados porque ocorre independente do clima, em ambientes tropicais a semiáridos, com efeitos evidentes no crescimento e na produtividade vegetal, prejudicando mais que todos os outros estresses combinados, podendo ocorrer em qualquer região inclusive nas úmidas (ECHER, et. al, 2010). No Brasil, a região do trópico semiárido brasileiro ocupa uma área de 969.589 Km², com características peculiares de vegetação e clima, com elevadas temperaturas e alto índice de radiação solar. A precipitação pluvial frequentemente é irregular e mal distribuída, com médias anuais em torno de 500 a 800 mm e evaporação de 2000 mm (Instituto Nacional de

Meteorologia, 2014; CPTEC, 2014). Em tais condições, espécies com metabolismo fotossintético C3 são muito vulneráveis (CHAVES e OLIVEIRA, 2004).

O estresse em plantas, provocado por fatores abióticos, é um fator extrínseco que propicia e induz respostas fisiológicas, bioquímicas e moleculares, reversíveis ou não, dependendo da intensidade e duração (PEREIRA, et. al, 2012). O estresse provocado por falta de água é um dos mais severos, com efeitos que afetam a fenologia da planta, com graduações de tolerância dependendo da fase em que incide (ECHER, et. al, 2010). A planta possui mecanismos fisiológicos para debelar ou minimizar os efeitos do estresse hídrico em nível celular (CHAVES, et. al, 2009; PEREIRA et. al, 2016). Todavia, o uso desses mecanismos normalmente compromete o seu crescimento e ou desenvolvimento. A rápida resposta no ajustamento osmótico e a habilidade de ação das enzimas antioxidativas para neutralizar os efeitos das reações oxidativas são os fatores condicionantes para que uma planta seja considerada tolerante ou sensível (MOLLER et al, 2007; PASRIDA et. al, 2008; PEREIRA et. al, 2015).

Reflexos da supressão hídrica nas plantas são percebidos por meio da redução do porte e área foliar, crescimento e densidade das raízes, aceleração da senescência e, por fim, abscisão de folhas, flores e frutos. As raízes são os órgãos mais sensitivos porque funcionam como sensores primários. Na falta de água elas sofrem alterações para se ajustar, diminuindo, mantendo ou aumentando o comprimento, área e volume. Tal estratégia, depende da espécie, do genótipo e da habilidade para se ajustar a situação de estresse (McMICHAEL et. al., 2011).

Em nível fisiológico, distúrbios de vários níveis são detectados na rota fotossintética, com reflexos na taxa de clorofila, assimilação de CO₂, além dos eventos associados com a atividade estomática (PETTIGREW, 2004; SNOWDEN, et. al. 2013; PEREIRA et. al, 2016).

O algodoeiro apresenta níveis diferenciados de tolerância a deficiência hídrica, sendo maior na subespécie *G. hirsutum* subsp. *marie-galante*, que representa os algodoeiros arbóreos denominados de Mocó. Em resposta a deficiência hídrica, as plantas do algodão apresentam mecanismos morfológicos e fisiológicos intrínsecos para manter a turgescência, entre eles, redução do potencial hídrico, fechamento dos estômatos e o acúmulo de solutos orgânicos (BALDO et. al, 2009). Quando o evento ocorre na fase reprodutiva, as plantas abortam botões, flores e frutos, cuja ação é regulada pelo balanço entre ácido abscísico e etileno, hormônios envolvidos nos processos de amadurecimento e envelhecimento (ARRUDA, et. al, 2002).

Em um trabalho conduzido por Arruda et. al. (2002), que avaliaram o efeito dos níveis de água disponível no solo (20%, 40%, 60% e 80%) sobre a emissão e abscisão das estruturas reprodutivas da cv. CNPA 7H, os autores verificaram que o estresse afetou a emissão desses órgãos de forma quantitativa, sendo mais prejudicial no nível de 20% de água no solo, onde as plantas reduziram os números de botões, flores, maçãs e capulhos em torno de 51,7%, 57,14%, 61,16% e 69,28%, respectivamente. Até 60% de água disponível, os autores perceberam que as plantas apresentaram o máximo de botões, flores, maçãs e capulhos por planta, e uma redução em torno de 20% das estruturas reprodutivas quando o nível de água disponível no solo foi elevado para 80% ou reduzido para 40%, sugerindo que a planta, por ter habilidade de se ajustar a situação de déficit hídrico, responde diferentemente em função de excessos ou supressões durante a fase reprodutiva.

Echer et. al. (2010), induziram estresse hídrico em algodão com uso de manitol durante 5 dias, adotando quatro níveis de pressão (-0,3; -0,6, -0,9 e -1,2 Mpa), e verificaram que potenciais hídricos abaixo de -0,9 MPa provocaram expressiva redução na taxa de crescimento das plântulas, sendo a cv. LD CV 02 a mais tolerante.

A fibra é o último processo envolvido na reprodução do algodoeiro. Por ser a principal matéria prima da lavoura, a literatura dispõe de um arsenal de informações a respeito dos efeitos dos estresses ambientais sobre a produção e qualidade tecnológica da fibra. No aspecto de estresse hídrico, as fases iniciais do desenvolvimento da fibra são as mais afetadas porque envolvem vários mecanismos fisiológicos de expansão celular (PETTIGREW, 2004). Na fase inicial de alongamento da fibra, que vai até os 15 dias após a antese, o estresse hídrico inibe o alongamento, comprimento e uniformidade (LOKHANDE e REDDY, 2014). De acordo com Yeates et. al, (2010), o comprimento é afetado quando os déficits de água estão altos (Ψ : -2,3 até -2,8 Mpa), sendo crítico quando na fase de desenvolvimento das maçãs.

A resistência é determinada pelo ângulo da deposição das camadas de celulose e pelo grau de ligação das pontes de hidrogênio entre as microfibras de celulose das camadas primárias e secundárias da fibra (MERT, 2005).

De acordo com Pettigrew (2008), entre todos os caracteres tecnológicos da fibra, o micronaire é o que mais é influenciado por fatores ambientais, por ser uma medição indireta da finura e do grau de maturação da fibra. Desta maneira o valor de micronaire é oriundo de uma interação dos dados de maturidade x densidade linear da fibra. A obtenção de um tecido de qualidade só é possível quando a fibra é fina e madura (BANGE, et. al, 2010).

Araújo et. al. (2013) avaliaram as seguintes características da fibra: comprimento, uniformidade, resistência, índice de micronaire, alongação e maturidade, em três cultivares de algodão herbáceo (BRS 8H, BRS Araripe e BRS Aroeira) cultivadas em NEOSSOLO FLÚVICO sob diferentes laminas de irrigação (283,11; 335,61; 423,48; 532,48 e 641,98 mm) e verificaram que nenhuma das laminas estudadas afetaram as características tecnológicas de fibra em estudo. Já Lokhande e Reddy (2014), avaliando o efeito do déficit hídrico (100%, 80%, 60% e 40% da ETc), sobre uma cultivar americana, Texas Marker, aos 44 dias após a emergência, observaram que o comprimento, resistência e uniformidade das fibras

diminuíram linearmente com a redução de água no solo, na faixa de 22,85%; 29,03% e 8,77% respectivamente. Segundo os autores o índice de micronaire foi a única característica que aumentou linearmente, em torno de 17,77%.

3.3. Contribuição da análise dialélica no melhoramento de plantas

Grande parte do sucesso da cotonicultura nacional é devida as atuais cultivares desenvolvidas pelas empresas de pesquisa, todas com ampla competitividade para atender as várias exigências das indústrias têxteis e de beneficiamento. A Embrapa Algodão, fundada em meados da década de 70, tem papel chave nesse segmento porque coordena um programa de melhoramento robusto e focado para as necessidades da cotonicultura nos ambientes do cerrado e semiárido brasileiros. As cultivares em distribuição apresentam excelente padrão de produtividade e características intrínsecas e extrínsecas das fibras, contribuindo para alavancar o competitivo mercado de sementes, atualmente compartilhado com empresas nacionais e multinacionais (EMBRAPA, 2014).

Os procedimentos adotados para o desenvolvimento de cultivares tem como base inicial a seleção do germoplasma, focalizando nas características agronômicas e têxteis, para posterior obtenção de combinações gênicas, via hibridação. Tal procedimento representa uma estratégia relevante para os programas de melhoramento, porque possibilita recombinação entre os pares para posterior uso da variabilidade genética adquirida, nos trabalhos de seleção (TRINDADE et. al, 2011).

A escolha de genitores deve ser embasada nas informações genéticas e no potencial da capacidade combinatória (NÓBREGA, 2008). Os cruzamentos dialélicos tem sido amplamente adotados por melhorista de plantas, porque permite identificar as combinações mais apropriadas em função dos caracteres que se deseja fixar, no melhoramento. Os

resultados obtidos permitem estimar a habilidade combinatória, ou seja, a capacidade que os genitores têm de se combinar (RAMALHO et al., 2001). O método corresponde a um sistema em que um grupo de p genitores é cruzado entre si, possibilitando o máximo de p^2 de combinações. Por meio dessa prática, pode-se estimar a habilidade combinatória dos genitores para gerar linhagens promissoras bem como a capacidade transgressiva e resposta heterótica dos genótipos (SPRAGUE e TATUM, 1942; SONG, et. al, 2015).

A triagem dos genitores a serem adotados não garante, obrigatoriamente, obtenção de progênies superiores. Todavia os cruzamentos dialélicos fornecem estimativas de parâmetros úteis na seleção de genitores para hibridação, possibilitando também o entendimento dos efeitos gênicos envolvidos na herança dos caracteres através das capacidades de combinação dos alelos (ROCHA et. al, 2014). Os métodos de cruzamentos dialélicos são bastante utilizados para se conhecer o controle genético dos caracteres e possuem várias alternativas que variam de acordo com as necessidades e as limitações de cada experimento, entre elas, a dificuldade de se obter uma grande quantidade de sementes nos cruzamentos realizados (RAMALHO, et. al, 1993; GERALDI e MIRANDA-FILHO, 1998; ROCHA, et. al, 2014).

A aplicabilidade dos cruzamentos dialélicos teve maior vulto depois do estabelecimento dos conceitos de capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) proposto por SPRAGUE e TATUM, em 1942 (CRUZ, et. al, 2004). A partir desses, vários métodos foram desenvolvidos e aprimorados para as análises dialélicas, tais como: método de Jinks e Hayman (1953); método de Griffing (1956) e método de Gardner e Ebehart (1966). O de Griffing (1956) é um dos mais adotados para análises dialélicas devido as facilidades de análise e interpretação dos dados permite estimar ainda a capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC) dos genótipos, por meio dos dados de média dos cruzamentos obtidos (CRUZ, et. al, 2004).

Em termos conceituais, a capacidade geral de combinação (CGC) refere-se ao comportamento médio de um genitor em relação a uma série de combinações híbridas. O tipo de ação gênica predominante é aditivo, enquanto a capacidade específica de combinação (CEC) tem por objetivo conhecer combinações que possam ser inferiores ou superiores ao valor médio determinado pela CGC; os efeitos gênicos predominantes são não aditivos, indicando existência ou não de dominância unidirecional e também da heterose varietal (CRUZ, et. al, 2004; AKISCAN e GENCER, 2014).

Na CGC, os genitores com altas e positivas estimativas são os que mais contribuem para o aumento da expressão do caráter desejado, enquanto aqueles com valores altos e negativos contribuem com a redução. Na CEC, os valores das estimativas são diretamente proporcionais à heterose, uma vez em que as médias dos híbridos podem ser determinadas a partir da somatória da média geral aos efeitos de CGC e CEC. A combinação híbrida mais promissora é aquela em que apresentar maior estimativa da CEC e que seja resultante de um cruzamento em que, pelo menos, um dos genitores apresente elevada CGC (CRUZ, et. al., 2004; HINZE et. al., 2011; AKISCAN e GENCER, 2014).

De acordo com a literatura, valores absolutos de CEC baixos indica que os híbridos F_1 s comportam-se como esperado, com base na sua CGC, enquanto valores altos indicam que o comportamento de um determinado cruzamento tem relativamente melhor CEC positiva, ou pior CEC negativa, do que o esperado com base na CGC dos genitores (KUMAR et. al., 2014; CRUZ, et. al., 2004).

A análise dialélica é uma ferramenta do melhoramento genético que permite estimar vários parâmetros, tais como variâncias genéticas aditivas e dominantes, o grau médio de dominância, a distribuição dos alelos nos genitores e a herdabilidade no sentido amplo e restrito, além de se obter um indicativo dos limites teóricos de ganhos de seleção. Por meio dessas estimativas, permite-se calcular as capacidades geral de combinação (CGC) e

específica (CEC), os efeitos de variedades e da heterose varietal, a qual é separada nos seus diversos componentes (JINKS e HAYMAN, 1953; GRIFFING, 1956; VIEIRA, 2006). Cruz et al. (2004), mencionam vários tipos de análises dialélicas, dentre elas, citam-se os dialélos balanceados, os parciais, circulantes, incompletos e desbalanceados.

Dentre os métodos de análises dialélicas, o proposto por Griffing (1956) é um dos mais utilizado, mediante sua generalidade, uma vez que os genitores podem ser linhas puras, clones, linhas endogâmicas ou populações de autofecundação ou de cruzamento, tendo em vista as facilidades de análise e interpretação (HINZE et al, 2011). O modelo de análise proposta por Griffing (1956) é exposto em quatro métodos: 1, em que são avaliadas as p^2 combinações (genitores, F1's e recíprocos); 2, em que se avaliam as $p(p+1)/2$ combinações (genitores e F1's); 3, em que se avaliam somente as $p(p-1)$ combinações (híbridos e recíprocos) e 4, que se avaliam somente as $p(p-1)/2$ combinações (híbridos) (CRUZ et. al, 2004).

Uma das principais limitações nos cruzamentos dialélicos completos reside no fato de que o número de cruzamentos a serem avaliados aumenta na medida que se inclui mais genitores no estudo. Uma estratégia para superar essas limitações é adotar o dialelo parcial, que permite avaliar cruzamentos entre grupos e não dentro de grupos, permitindo maximizar as informações com um número menor de cruzamentos do que os demais (AL-AHMAD, et. al., 2012).

A literatura disponibiliza vários resultados de dialelos, com larga contribuição ao melhoramento das espécies cultivadas. Com algodão, Imran, et. al. (2012) adotaram o método de dialélo completo, composto por 20 híbridos e seus 5 genitores, para estimar a capacidade de combinação baseando-se em dados de produção. A análise de variância mostrou que as estimativas de CEC foram maiores do que as estimativas CGC para número de maçãs, número de sementes/capulho, percentagem de fibra, tamanho do capulho e rendimento de

sementes, indicando predominância de genes não aditivos para esses caracteres. Em outro trabalho, NG et al, (2014) adotaram o método 2, proposto por Griffing (1956), para estimar as CGC e CEG em cinco genitores de algodão, baseando-se nas características tecnológicas da fibra, tais como micronaire, comprimento, alongamento, resistência e uniformidade. Os autores verificaram que os efeitos da CGC foram superiores aos da CEC para alongação, comprimento, resistência e índice micronaire, indicando predominância da ação gênica aditiva para esses caracteres.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Recursos genéticos e realização do experimento

Um conjunto, composto por 20 híbridos F_1 's de irmãos completos, oriundos de cruzamento dialélico parcial, foi usado para o presente estudo. Tal população faz parte do programa de melhoramento genético da Embrapa Algodão, voltado para o ambiente semiárido. A relação do germoplasma utilizado com suas respectivas características, bem como no esquema dialélico adotado, a partir do germoplasma se encontram nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Características dos genótipos utilizados no cruzamento dialélico.

Genótipo	Tipo	Indicação	Características
1- FMT 705	H	Cerrados	FB, AP
2- FM 966	H	Cerrados	FB, P, AP
3- BRS RUBI	H	Semiárido	FM, AP
4- BRS 286	H	Semiárido	FM, AP
5- FMT 701	H	Cerrados	FB, AP
6- CNPA ITA 90	H	Cerrados	FB, TS, AP
7- CNPA 5M	A	Semiárido	FB, TS, AP
8- CNPA 7MH ¹	A	Semiárido	FB, TS, BP
9- BRA Seridó ¹	H	Semiárido	FB, TS, BP

¹ derivado de cruzamento entre mocó e herbáceo. H- Herbáceo, A- Arbustivo, FB- fibra branca, FM- Fibra marrom; P- Precocidade, AP- alta produtividade, BP- boa produtividade, TS- Tolerância a seca.

Tabela 2. Esquema do cruzamento dialélico parcial envolvendo genitores de elite (G1), tolerantes a seca (G2) e seus respectivos híbridos (F1's), segundo metodologia de dialelos parciais, proposta por Geraldi e Miranda Filho (1988).

G1	G2			
	6 - CNPA ITA 90	7 - CNPA 5M	8 - CNPA 7MH	9 - BRS Seridó
1- FMT 705	Y ₁₆	Y ₁₇	Y ₁₈	Y ₁₉
2- FM 266	Y ₂₆	Y ₂₇	Y ₂₈	Y ₂₉
3 - BRS Rubi	Y ₃₆	Y ₃₇	Y ₃₈	Y ₃₉
4 - BRS 286	Y ₄₆	Y ₄₇	Y ₄₈	Y ₄₉
5 - FMT 701	Y ₅₆	Y ₅₇	Y ₅₈	Y ₅₉

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Algodão, em Barbalha, Ceará com características geográficas (7° 18' 18" S; 39° 18' 7" W) e 414 m de altitude, localizado na região do cariri cearense, no período de julho a dezembro de 2014. A precipitação média anual neste município é de 1.047,9 mm, com 83,3% das chuvas registradas entre os meses de janeiro a abril, e temperatura média anual de 24,1°C (SILVA, et. al, 2013). O solo, é classificado como NEOSSOLO FLÚVICO o qual foi previamente fertilizado com 250 kg MAP ha⁻¹ em fundação e posteriormente com 125 kg ureia ha⁻¹, em cobertura, seguindo recomendações sugeridas nos resultados da análise do solo.

A unidade experimental foi constituída por quatro fileiras de 5 m, onde as sementes foram semeadas no espaçamento de 0,90 m entre linhas com sete plantas por metro linear e utilizando-se apenas das duas fileiras centrais para coleta de dados, onde a área útil foi de 9 m² e densidade populacional de 70 plantas/parcela. Aos 42 dias após a emergência, quando as plantas se encontravam no início da emissão dos botões florais, fez-se a diferenciação dos tratamentos, em controle (C), para a condição de regas permanentes e estresse (E), correspondendo a supressão hídrica nas plantas durante 23 dias. O volume de água aplicado durante o ciclo foi de 836 e 539 mm para os tratamentos C e E, respectivamente. As regas foram feitas por um sistema de aspersão, com vazão de 1,49 m³/h, de acordo com Bezerra, et. al. (2010). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com 3 repetições tanto para o tratamento controle quanto para o estressado.

Os tratos culturais foram feitos de acordo com a necessidade da cultura ao longo do experimento. Para o controle de plantas daninhas foi aplicado Herbadox e Diuron com o equivalente a 2 L ha⁻¹ e 1,5 L ha⁻¹, respectivamente, em pré-emergência, e Staple, Envoke e Podium nas doses de 200 ml ha⁻¹, 12 g ha⁻¹ e 1,5 L ha⁻¹ respectivamente, em pós emergência. Com relação a insetos, verificou-se a ocorrência de mosca branca (*Bemisia tabaci*), que foi

controlada com duas aplicações de Actara (Thiamethoxam), na dosagem de 200 g ha⁻¹, nas fases de início da floração e a segunda 21 dias após a primeira aplicação.

A colheita foi realizada a partir 128 dias após a sementeira, coletando-se todas os capulhos. As características tecnológicas de fibra foram avaliadas no Laboratório de Tecnologia de Fibra e Fios da Embrapa Algodão, em Campina Grande-PB, por meio do HVI (Uster HVI 1000) tomando-se 20 capulhos/parcela como amostra padrão. As características avaliadas foram as seguintes: comprimento de fibra UHM (mm); uniformidade de fibra (UNF %); índice de fibras curtas (SFI); resistência (STR (gf/tex)); alongamento à ruptura (ELG %), índice de micronaire (MIC); maturidade (MAT); reflectância (Rd %) e índice de fiabilidade (CSP).

4.2. Análise estatístico-genética

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional GENES versão 2014. 6.1 (CRUZ, 2006). Para análise da variância e para o teste de comparação de médias foram utilizados os testes F e Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade. Foram feitas as análises individuais, conjunta e dialélica, cujos esquemas se encontram na Tabela 3. Os modelos adotados, propostos por Cruz, et. al. (2012), são descritos abaixo:

Análise variância individual

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

onde:

Y_{ij}: observação obtida na parcela com o i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco;

μ : média geral;

G_i : efeito do i-ésimo genótipo;

B_j : efeito do j-ésimo bloco;

ϵ_{ij} : efeito do erro experimental associado à observação de ordem ij.

Análise variância conjunta

Nesse caso foi considerado o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + (B/A)_{jk} + G_i + A_j + GA_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} : observação do i-ésimo genótipo avaliado no k-ésimo bloco, dentro do j-ésimo ambiente;

μ : média geral do ensaio;

$(B/A)_{jk}$: efeito do bloco k dentro do ambiente j;

G_i : efeito do genótipo i;

A_j : efeito do ambiente j;

GA_{ij} : efeito da interação entre o genótipo i e o ambiente j;

ϵ_{ij} : erro experimental associado à observação Y_{ijk} .

Análise dialélica

Para as estimativas das capacidades combinatórias foi adotado o modelo proposto por Griffing (1956) e adaptado por Geraldi e Miranda Filho (1988), que estima os efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) de cada parental e os efeitos da capacidade específica de combinação (CEC), a partir do cruzamento de um grupo p genitores com um grupo q de genitores, avaliando assim pq híbridos F_1 's mediante o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:

Y_{ij} : valor médio da combinação híbrida entre o i-ésimo progenitor do grupo 1 e o j-ésimo progenitor do grupo 2;

μ : média geral;

g_i : efeito da capacidade geral de combinação do i-ésimo progenitor do grupo 1;

g_j : efeito da capacidade geral de combinação do j-ésimo progenitor do grupo 2;

s_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação entre progenitores de ordem i e j, dos grupos 1 e 2, respectivamente;

ε_{ij} : erro experimental médio.

Tabela 3. Esquema da análise de variância individual (A), conjunta (B) e do dialelo (C), segundo Cruz et. al. (2012).

A- Análise de variância individual

FV	GL	SQ	QM	F	E(QM)
Blocos	b - 1	SQB	QMB	QMB/QMR	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Tratamentos	g - 1	SQT	QMT	QMT/QMR	$\sigma^2 + b\Phi_g$
Resíduo	(b - 1)(g - 1)	SQR	QMR		σ^2
Total	(b*g)-1	SQT _o			

B- Análise de variância conjunta G (fixo) x A (aleatório)

FV	GL	SQ	QM	F	E(QM)
Blocos/Ambientes	a(r - 1)	SQB	QMB	QMB/QMR	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Genótipo	g - 1	SQG	QMG	QMG/QMR	$\sigma^2 + r\alpha\sigma_{ga}^2$
Ambiente	a - 1	SQA	QMA	QMA/QMR	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
G x A	(g - 1)(a - 1)	SQGA	QMGA	QMGA/QMR	$\sigma^2 + r\alpha\sigma_{ga}^2$
Resíduo	(b-1)(g-1)	SQR	QMR		σ^2
Total	(b*g)-1	SQT _o			

C- Análise de variância baseado em dialelo parcial envolvendo apenas os híbridos F1's

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	pq-1	SQT		
CGC (G ₁)	p-1	SQ(CGC ₁)	QMG ₁	QMG ₁ /QMR
CGC (G ₂)	q-1	SQ(CGC ₂)	QMG ₂	QMG ₂ /QMR
CEC I x II	(p-1)(q-1)	SQCEC	QMS	QMS/QMR
Resíduo	M	SQ	QMR	

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises das variâncias individuais e conjunta se encontram na Tabela 4. Verificou-se diferença estatística significativa em todas as características avaliadas nos genótipos cultivados nos tratamentos com e sem supressão hídrica (Tabelas 4A e 4B) respectivamente. O mesmo foi visto na análise conjunta (Tabela 4C), porém, entre tratamentos, diferença estatística foi verificada apenas para comprimento da fibra UHM (mm), micronaire MIC e reflectância Rd (%), inclusive com efeito de interação Genótipo x Tratamento Hídrico, juntamente para uniformidade (UNF), alongamento a ruptura (ELG) e índice de fiabilidade (CSP), indicando que das nove variáveis estudadas, essas seis responderam diferentemente ao tratamento hídrico imposto as plantas.

Na Tabela 5 se encontra a classificação das médias para as variáveis índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR) e maturidade (MAT) das combinações híbridas cultivadas em regime hídrico normal (controle) e sob supressão hídrica de 23 dias (estressado), a partir do início da fase reprodutiva. Considerando-se a classificação das médias dentro de cada tratamento regime hídrico normal e supressão hídrica para as três variáveis, observa-se que as combinações FM 966 x CNPA 5M; FM 966 x CNPA 7MH; BRS 286 x BRS Seridó e FMT 701 x CNPA 5M agregam as melhores características, mantendo-se as melhores médias, independente do tratamento hídrico adotado. Cabe ressaltar a contribuição das cultivares FM 966 e FMT 701, ambas adaptadas aos cerrados e de alta qualidade tecnológica da fibra, para melhoria das qualidades citadas, junto com BRS 286, CNPA 7MH e CNPA 5M, todas de

larga adaptação ao semiárido, que contribuíram para manter a qualidade intrínseca das fibras, em ambiente sob supressão hídrica.

Tabela 4. Resumos das análises da variância individual para os tratamentos estressado (A), Controle (B) e Conjunta (C) para caracteres tecnológicos de fibra: comprimento UHM (mm), uniformidade UNF (%), índice de fibras curtas SFI (%), resistência STR (gf/tex), alongação à ruptura ELG (%), micronaire MIC($\mu\text{g/in}$), maturidade (MAT), reflectância (Rd %) e índice de fiabilidade (CSP). Campina Grande, PB 2014.

FV	GL	A- QUADRADO MÉDIO								
		UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT	Rd	CSP
Bloco	2	0,33	0,16	0,81	1,59	0,24	0,02	0,0002	3,15	25196,15
Genótipo	19	10,20**	4,48**	3,89**	20,33**	1,13**	0,38**	0,0002**	11,60**	374496,25**
Resíduo	38	0,95	0,86	0,36	1,51	0,05	0,04	0,00004	3,58	22337,48
Média		28,16	84,06	7,86	28,55	5,04	4,98	0,88	73,89	2433,80
CV (%)		3,47	1,10	7,68	4,31	4,76	4,15	0,77	2,56	6,14
FV	GL	B- QUADRADO MÉDIO								
		UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT	Rd	CSP
Bloco	2	24,26	4,58	2,16	6,91	0,96	1,47	0,0007	18,63	785734,85
Genótipo	19	8,83**	2,40*	3,21**	17,17**	0,54**	0,31**	0,0002**	5,72**	246118,94**
Resíduo	38	1,64	1,15	0,62	2,02	0,12	0,08	0,00005	1,79	45854,41
Média		28,87	84,20	7,81	28,61	4,85	4,63	0,87	75,89	2566,75
CV (%)		4,41	1,27	10,12	4,97	7,37	6,28	0,80	1,76	8,34
FV	GL	C- QUADRADO MÉDIO								
		UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT	Rd	CSP
Genótipo	19	16,49**	5,12*	6,62**	35,06**	1,36**	0,61**	0,0005**	11,93*	531046,18**
TH	1	34,88*	0,56 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}	1,08 ^{ns}	2,73**	0,0017 ^{ns}	120,20*	530271,07 ^{ns}
G x TH	19	1,98**	1,76*	0,47 ^{ns}	2,44 ^{ns}	0,32**	0,10**	0,00003 ^{ns}	5,39*	89569,02**
Resíduo	76	0,83	1,01	0,49	1,77	0,09	0,02	0,00005	2,68	34095,94
Média		28,65	84,13	7,83	28,58	4,94	4,83	0,88	74,89	2500,27
CV (%)		3,18	1,19	8,97	4,65	6,16	3,43	0,77	2,18	7,38

** - significativo a 1% e 5% de probabilidade; ns - não significativo pelo teste F. TH - tratamento hídrico.

Tabela 5. Valores médios das características SFI, STR e MAT do efeito isolado regime hídrico, Campina Grande, PB (2014).

GENÓTIPOS	SFI (%)		STR (gf/tex)		MAT	
	C	E	C	E	C	E
FMT 705 x CNPA ITA 90	8,23 b	8,67 a	26,93 c	25,87 d	0,88 a	0,89 a
FMT 705 x CNPA 5M	6,67 b	6,87 b	29,73 a	30,20 b	0,88 a	0,88 a
FMT 705 x CNPA 7MH	7,03 b	7,23 b	31,53 a	30,13 b	0,88 a	0,90 a
FMT 705 x BRS Seridó	7,57 b	7,80 b	28,93 b	28,27 b	0,89 a	0,90 a
FM 966 x CNPA ITA 90	7,67 b	7,70 b	28,80 b	29,43 b	0,87 b	0,88 a
FM 966 x CNPA 5M	7,00 b	6,33 b	30,93 a	32,80 a	0,88 a	0,88 a
FM 966 x CNPA 7MH	6,83 b	6,87 b	31,50 a	32,00 a	0,89 a	0,89 a
FM 966 x BRS Seridó	7,33 b	6,53 b	29,97 a	29,03 b	0,90 a	0,90 a
BRS Rubi x CNPA ITA 90	10,57 a	10,07 a	22,87 e	23,70 d	0,86 b	0,87 b
BRS Rubi x CNPA 5M	7,87 b	8,37 a	25,83 c	25,67 d	0,86 b	0,87 b
BRS Rubi x CNPA 7MH	9,27 a	9,53 a	25,07 d	24,80 d	0,87 b	0,87 b
BRS Rubi x BRS Seridó	9,53 a	9,77 a	24,93 d	24,40 d	0,88 a	0,89 a
BRS 286 x CNPA ITA 90	8,60 a	8,17 a	27,23 c	27,50 c	0,87 b	0,88 a
BRS 286 x CNPA 5M	6,90 b	7,53 b	30,30 a	27,40 c	0,88 a	0,88 a
BRS 286 x CNPA 7MH	7,00 b	7,37 b	30,13 a	29,50 b	0,89 a	0,89 a
BRS 286 x BRS Seridó	7,50 b	7,30 b	29,80 a	30,60 a	0,89 a	0,90 a
FMT 701 x CNPA ITA 90	8,20 b	7,10 b	28,67 b	30,80 a	0,87 b	0,88 a
FMT 701 x CNPA 5M	6,83 b	6,37 b	29,97 a	31,60 a	0,88 a	0,88 a
FMT 701 x CNPA 7MH	7,47 b	8,33 a	30,43 a	28,37 b	0,88 a	0,89 a
FMT 701 x BRS Seridó	8,27 b	9,33 a	28,63 b	29,07 b	0,89 a	0,90 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si a 5% de probabilidade, e pelo teste de Scott-Knott. C- controle; E- estressado. STI- índice de fibras curtas, STR- resistência e MAT- maturidade.

Os resultados apresentados na Tabela 5 denotam a variabilidade dos caracteres estudados para as várias combinações híbridas de algodão nos cruzamentos dialélicos estabelecidos. Apesar da importância dessas variáveis para a indústria têxtil, é importante frisar que o índice de fibras curtas (SFI) é bastante demandado, porque quanto menor esse índice, maior é o comprimento da fibra. Percebe-se na Tabela 5 que outras combinações híbridas apresentaram baixos SFI, embora não tenham se destacado para STR e MAT. A vantagem de uma fibra com SFI baixo (< 12%) é que se diminui o nível de ruptura dos fios, aumentando a resistência no processo de torção e estiramento na fiação (USTER, 1995; CORDÃO SOBRINHO, et. al., 2015). De acordo com Krieg e Hequet, (2005), a redução da resistência da fibra está associada com a redução de carboidratos sintetizados e a deposição de celulose nas fibras. As pontes de hidrogênio são responsáveis pelas ligações de microfibras de celulose das camadas primárias e secundárias da fibra.

Com relação a maturidade, os valores encontrados, independente do tratamento, estão acima das médias estabelecidas pela indústria têxtil, indicando a contribuição de todos os genótipos para melhoria desse caráter. De acordo com Santana, et. al. (2008), uma fibra madura deve apresentar valor maior que 0,85; valores abaixo de 0,80 são referenciados como fibra imatura e são rejeitadas pela indústria têxtil porque podem causar defeitos nos tecidos, e conseqüentemente baixa afinidade do corante durante o processo de acabamento (KLJUN, et. al. 2014).

A literatura disponibiliza vários trabalhos sobre o efeito do estresse hídrico sobre a qualidade da fibra. Zonta et. al. (2015), conduziram um experimento durante dois anos em ambiente semiárido, usando quatro lâminas de irrigação (130%, 100%, 70% e 40% da evapotranspiração da cultura - ETc) em quatro cultivares de algodoeiro, entre elas a BRS 286. Os autores verificaram que a irrigação com déficit (70% e 40% ETc) provocou redução na produtividade e qualidade das fibras das cultivares, contudo, a BRS 286 foi a menos sensível

ao estresse hídrico imposto. Attia et al. (2015), avaliando o rendimento e a qualidade da fibra em quatro cultivares de algodão sob diferentes tratamentos (Sequeiro, 45% ET, 90% ET e irrigação), verificaram que o comprimento e resistência da fibra foram afetados nos tratamentos de sequeiro e de 45% ETc, enquanto o índice micronaire aumentou nos tratamentos submetidos ao déficit hídrico. Snowden et al. (2013), trabalhando com seis cultivares de algodão submetidas a quatro níveis de irrigação, verificaram o mesmo resultado com relação ao índice micronaire e concluíram que a elevação desse índice nas plantas estressadas é devida a uma maior oferta de carboidratos para os capulhos remanescentes, que não sofreram *shedding* em função do estresse hídrico.

Apesar da disponibilidade de água ser imprescindível para qualquer processo fisiológico da planta, nem toda característica da fibra parece ser influenciada pelo estresse hídrico. Hussein, et. al. (2011) avaliavam a eficiência no uso da água em uma cultivar de algodão submetida a quatro níveis de supressão de água no solo (100%, 80%, 65% e 50% da ETc), e reportaram que a redução da irrigação de 100% para 50% da ETc contribuiu para melhorar a qualidade dos caracteres da fibra especialmente resistência, percentagem de fibra e índice de micronaire em 2%, 1,95% e 6,6% respectivamente. Daglalen et al. (2009), avaliando a qualidade da fibra de uma cultivar de algodão herbáceo, submetida a quatro regimes hídrico (100, 75, 50 e 25% da capacidade de água no solo, CAS) verificaram no tratamento de 25% da CAS, o comprimento e a resistência das fibras tiveram reduções de 7% e 8%, respectivamente; o índice de micronaire, contudo, cresceu 4%.

As médias das variáveis que revelaram interação G x TH significativa na ANOVA (Tabela 4C) se encontram nas Tabelas 6 (UHM, UNF e ELG) e 7 (MIC, Rd e CSP). Verificou-se que, comprimento (UHM), micronaire (MIC) e índice de fiabilidade (CSP) foram as características mais afetadas pelo estresse hídrico, contudo, algumas combinações

híbridas apresentaram habilidade de se ajustar fisiologicamente de modo a evitar ou minimizar as perdas na qualidade da fibra, devido à falta de água por 23 dias.

O comprimento da fibra (UHM) foi reduzido na maioria dos genótipos sob estresse, variando entre -0,30% a -7,31% (Tabela 6). Para indústria têxtil, o comprimento adequado deve ser superior a 30 mm (FREIRE et. al, 2015). Nas condições do estresse a que foram submetidas, as combinações mais estáveis foram FM 966 x CNPA 5M e FMT 701 x CNPA 5M. Em ambas se percebe a força da expressividade da CNPA 5M, por ser de elevada tolerância ao ambiente semiárido, contribuiu para que o caráter fosse mantido, independente do tratamento hídrico. Para a característica de uniformidade da fibra (UNF), verificou-se que a maioria das combinações híbridas revelaram, valores superiores a 83%, que é considerado alto, para a indústria têxtil. Dentre elas destacam-se FMT 705 x CNPA 5M, FM 966 x CNPA 7MH, FM 966 x BRS Seridó e, mais uma vez, FMT 701 x CNPA 5M, que mantiveram a superioridade das medias em ambos tratamentos.

Com relação a alongação (ELG), trata-se de uma característica intrínseca que mensura o quanto a fibra cede no sentido longitudinal, até o momento da ruptura (FREIRE et al, 2015). É uma característica que também tem relação com a resistência. Com as combinações híbridas usadas no trabalho, verificou-se que para algumas, a supressão hídrica de 23 dias contribuiu para elevar a alongação da fibra em até 34,7%, embora reduções devidas ao efeito do estresse também tenham sido verificadas, da ordem de -2,86 até -7,70%. Os maiores percentuais encontrados para ELG foram registrados para BRS Rubi x CNPA 7MH (34,70%), FMT 701 x CNPA 7MH (17,78%), FMT 701 x CNPA 5M (10,87%) e FMT 705 x CNPA 5M (9,64%). De acordo com relatos encontrados na literatura, o estresse hídrico na fase de floração e durante a fase o desenvolvimento da fibra afeta a alongação devido aos mecanismos fisiológicos envolvidos com a expansão celular, afetando também o comprimento (PETTIGREW, 2004). Os resultados obtidos com as combinações híbridas que apresentaram

ganho para esse caráter denotam que são candidatos potenciais para investir em trabalhos de melhoramento, associados a outras características têxteis.

O índice micronaire (MIC) foi um dos mais afetados pelo estresse hídrico, corroborando com a literatura vigente. Para as combinações do estudo, o aumento desse caráter chegou a 22,55% para FMT 701 x CNPA 7MH, 15,95% para BRS Rubi x CNPA 5M, 12,34% para FMT 705 x CNPA 7MH e acima de 10% para FM 966 x CNPA ITA 90 e FMT 701 x CNPA ITA 90 (Tabela 7). Percebe-se nessa relação que a na maioria das combinações há cultivares desenvolvidas para as condições de cerrados, que foram mais afetadas nesse caráter, quando cultivadas em regime de estresse hídrico. As combinações que mantiveram a média do MIC semelhantes em ambos tratamentos foram FM 966 x CNPA 5M, BRS 286 x CNPA 5M e FMT 701 x CNPA 5M, todas beneficiadas pelas características de adaptação da CNPA 5M.

O índice micronaire refere-se a finura de fibra. Trata-se de um caráter adimensional, largamente influenciado pela disponibilidade de celulose na parede secundária deste tecido. Esse índice estima a quantidade de fibras que irá compor a seção transversal do fio e, portanto, sua resistência e regularidade em função de comprimento. Índices $> 5,0$ ($\mu\text{g/in}$) indicam fibras muito grossas e $< 3,5$ ($\mu\text{g/in}$) são consideradas imaturas, ocasionando defeito nos fios e baixa afinidade do corante durante o processo de acabamento. De acordo com Santana, et al. (2008), os valores ideais de MIC são de 3,9 a 4,5 ($\mu\text{g/in}$).

A estimativa do índice micronaire depende tanto da maturidade quanto da densidade linear da fibra. A maturação se dá pela deposição de celulose nas camadas secundárias, que representa 98% da espessura da parede estrutural da fibra. O déficit hídrico afeta os processos de fotossíntese, reduzindo a disponibilidade de carboidratos e, conseqüentemente, a deposição de celulose das camadas secundárias.

Tabela 6. Valores médios para os caracteres tecnológicos de fibra com efeito significativo para interação (G x TH) comprimento (UMH), uniformidade (UNF), alongação (ELG). Campina Grande, PB 2014.

GENÓTIPOS	UMH (mm)			UNF (%)			ELG (%)		
	C	E	%	C	E	%	C	E	%
FMT 705 x CNPA ITA 90	28,20 bA	26,67 dB	-5,42	84,10 bA	82,87 bA	-1,46	5,27 aA	5,27 aA	0,0
FMT 705 x CNPA 5M	29,80 aA	27,77 cB	-6,81	84,97 aA	84,83 aA	-0,16	5,60 aB	6,13 aA	9,64
FMT 705 x CNPA 7MH	30,07 aA	28,30 cB	-5,88	85,33 aA	83,90 bB	-1,67	4,80 aA	4,43 bB	-7,70
FMT 705 x BRS Seridó	28,07 bA	27,50 cB	-2,03	84,93 aA	83,97 bA	-1,10	4,90 aA	4,67 bB	-4,69
FM 966 x CNPA ITA 90	30,10 aA	28,03 cB	-6,87	84,13 bA	83,27 bA	-1,02	4,60 bB	4,97 bA	8,04
FM 966 x CNPA 5M	31,03 aB	32,33 aA	4,18	84,37 bA	85,57 aA	1,40	4,40 bA	4,13 bA	-6,13
FM 966 x CNPA 7MH	30,20 aA	28,97 bB	-4,07	84,77 aA	85,93 aA	1,36	4,17 bA	4,23 bA	1,43
FM 966 x BRS Seridó	29,53 aA	29,33 bB	-0,67	85,47 aA	86,50 aA	1,20	4,20 bA	4,37 bA	4,04
BRS Rubi x CNPA ITA 90	25,73 cA	25,60 dB	-0,50	82,00 bA	82,87 bA	1,06	5,23 aA	5,03 aA	-3,82
BRS Rubi x CNPA 5M	26,77 cA	26,20 dB	-2,12	84,33 bA	83,27 bA	-1,25	5,37 aB	5,63 aA	4,84
BRS Rubi x CNPA 7MH	26,23 cA	25,17 dB	-4,04	83,47 bA	82,53 bA	-1,12	4,90 aB	6,60 aA	34,70
BRS Rubi x BRS Seridó	25,50 cB	25,77 dA	1,05	82,80 bA	81,90 bA	-1,08	5,03 aA	5,27 aA	4,71
BRS 286 x CNPA ITA 90	28,13 bA	28,03 cB	-0,35	83,57 bA	83,73 bA	0,19	5,50 aA	5,33 aA	-3,09
BRS 286 x CNPA 5M	30,50 aA	29,40 bB	-3,60	85,37 aB	83,37 bA	-2,34	5,23 aA	5,30 aA	1,33
BRS 286 x CNPA 7MH	30,30 aA	28,27 cB	-6,69	84,23 bA	84,60 aA	0,43	4,50 bA	4,73 bA	5,11
BRS 286 x BRS Seridó	29,13 aA	27,83 cB	-4,46	84,03 bA	84,53 aA	0,59	4,90 aA	5,17 aA	5,51
FMT 701 x CNPA ITA 90	29,13 aB	29,87 bA	2,50	83,80 bA	84,90 aA	1,31	4,97 aA	4,97 bA	0,0
FMT 701 x CNPA 5M	31,23 aA	31,70 aA	1,50	84,87 aA	85,23 aA	0,42	4,60 bB	5,10 aA	10,87
FMT 701 x CNPA 7MH	29,43 aA	28,07 cB	-4,62	84,30 bB	82,87 bA	-1,69	4,33 bB	5,10 aA	17,78
FMT 701 x BRS Seridó	28,33 bB	28,50 cA	0,60	83,17 bB	84,63 aA	1,76	4,53 bA	4,40 bA	-2,86

Medias seguida da mesma letra minúscula pertencem ao mesmo grupo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. Letras minúsculas comparam entre genótipos e maiúsculas, entre tratamentos.

A literatura disponibiliza vários trabalhos reportando sobre a elevação do MIC em condições de estresse hídrico, indisponibilizando a qualidade da fibra. Cordão Sobrinho, et. al. (2015), avaliaram a qualidade da fibra nas cultivares de algodão BRS Aroeira e BRS Araripe, submetidas a cinco laminas de irrigação (260,93; 418,93; 514,21; 711,81 e 894,68 mm), e perceberam que o MIC da BRS Aroeira aumentou com a redução das laminas de irrigação, no entanto, na BRS Araripe, as laminas de irrigação não afetaram esse caráter.

Balkcom et. al. (2006), avaliaram o rendimento e a qualidade das fibras de algodão, submetido a quatro regimes hídricos (0, 2,7; 5,4 e 8,1 mm d⁻¹), no surgimento da primeira flor. Os autores perceberam que a redução de água no solo atrasou a maturidade da fibra, resultando em fibras imaturas e maior índice micronaire.

A reflectância (Rd %) representa uma escala que varia do branco ao cinza. Quanto maior a reflectância da fibra, menor será o seu acinzentamento, portanto, maior o interesse da indústria têxtil (FREIRE et. al, 2015). Na Tabela 7, verifica-se que as médias do controle variaram entre 72,60% a 78,10%, e 69,53% a 76,87%, no tratamento estressado. As combinações híbridas FM 966 x CNPA 5M, BRS Rubi x CNPA ITA 90, BRS Rubi x CNPA 5M, BRS Rubi x CNPA 7MH, BRS Rubi x BRS Seridó e BRS 286 x CNPA 5M, não resultaram em alterações devido ao estresse hídrico provisório, e, portanto, são as mais estáveis para esse caráter.

Quanto ao índice de fiabilidade (CSP), verificou-se que, tal como o MIC, foi também muito afetado pela supressão hídrica, com reduções que variaram de -2,49% a -19,89%, porém, com ocorrência, também de ganhos, variando entre 1,72% a 10,84%, destacando-se as combinações: FM 966 x CNPA 5M (10,84%), BRS Rubi x CNPA ITA 90 (9,30%), FMT 701 x CNPA ITA 90 (8,10%) e FMT 701 x CNPA 5M (7,23%). A relevância dessa característica é que CSP é um indicador da resistência dos fios, que depende essencialmente das fibras

individuais. De acordo com as exigências da indústria têxtil, os valores ideais para índice de fiabilidade vão de 2000 a 2500 (FUNDAÇÃO MT, 1999).

Na Tabela 8 se encontram as estimativas de CGC e CEC baseada no desdobramento dos quadrados médios das variáveis do tratamento sob estresse hídrico temporário. Verificou-se efeito significativo para todas as variáveis na C.G.C. GI e C.G.C. GII, denotando efeito aditivo para a maioria dos caracteres avaliados. Para C.E.C., se verificou efeito apenas para Rd, indicando que, pelo menos um pai foi superior ao outro, baseando-se no desempenho médio das combinações híbridas. Os valores da C.G.C. do GI se mostraram superiores ao da C.E.C. para todos os caracteres em estudo evidenciando a predominância da ação gênica aditiva, no entanto os valores da C.G.C. do GII foram maiores do que o da C.G.C. GI para as características índice de micronaire (MIC) e maturidade (MAT) evidenciando que os genitores utilizados no GI contribuíram para mais características tecnológicas da fibra do que os genitores do GII.

Karademir e Gencer (2010), ao avaliarem a heterose e a capacidade de combinação para as características de produção e de qualidade de fibra do algodoeiro, reportaram que os efeitos da C.G.C. foram superiores aos da C.E.C. para os caracteres UHM, ELG e MIC, reportando predominância de aditividade dos genes; os valores da C.E.C. foram superiores a C.G.C. para STR e UNF, indicando predominância de genes dominantes e epistáticos desses caracteres.

Braden et. al. (2009), avaliando a capacidade de combinação em um dialelo utilizando cinco genótipos de algodão (TAM 94L-25, TTU 202, Acala 1517-99, FiberMax 832 e Tamcot CAMD-E), também verificaram o mesmo resultado para comprimento da fibra e confirmaram efeitos aditivos também para índice de fibras curtas (SFI).

Tabela 7. Média dos caracteres tecnológicos de fibra com efeito significativo para interação (G x A) Índice de micronaire (MIC), reflectância (Rd %) e índice de fiabilidade (CSP), Campina Grande, PB 2014.

GENÓTIPOS	MIC($\mu\text{g/in}$)			Rd (%)			CSP		
	C	E	%	C	E	%	C	E	%
FMT 705 x CNPA ITA 90	4,80 aA	5,10 aA	6,25	75,73 bA	74,50 aA	-1,62	2390,00 bA	2045,67 bB	-14,40
FMT 705 x CNPA 5M	4,78 aB	5,17 aA	8,15	73,30 cA	69,53 cB	-5,14	2740,00 aA	2511,67 aA	-8,33
FMT 705 x CNPA 7MH	4,78 aB	5,37 aA	12,34	76,07 aA	72,57 bA	-4,60	2893,00 aA	2369,33 bB	-18,10
FMT 705 x BRS Seridó	5,13 aA	5,50 aA	7,21	74,80 bA	73,33 bA	-1,96	2509,00 aA	2260,67 bB	-9,89
FM 966 x CNPA ITA 90	4,40 bB	4,87 bA	10,68	77,07 aA	71,87 bB	-6,74	2690,00 aA	2426,67 bB	-9,78
FM 966 x CNPA 5M	4,40 bA	4,33 bA	-1,59	77,13 aA	76,87 aA	-0,33	2883,33 aB	3196,00 aA	10,84
FM 966 x CNPA 7MH	4,76 aA	4,97 aA	4,41	72,60 cA	73,00 bA	0,55	2864,33 aA	2880,00 aA	0,54
FM 966 x BRS Seridó	5,10 aA	5,43 aA	6,47	76,10 aA	70,50 cB	-7,35	2703,67 aA	2657,00 aA	1,72
BRS Rubi x CNPA ITA 90	4,10 bB	4,50 bA	9,75	75,30 bA	75,30 aA	0,0	1942,67 bB	2123,33 bA	9,30
BRS Rubi x CNPA 5M	4,20 bB	4,87 bA	15,95	75,30 bA	75,30 aA	0,0	2412,00 bA	2101,00 bB	-12,89
BRS Rubi x CNPA 7MH	4,40 bA	4,50 bA	2,27	75,30 bA	75,30 aA	0,0	2190,67 bA	2005,00 bB	-8,47
BRS Rubi x BRS Seridó	4,77 aB	5,03 aA	5,45	75,30 bA	75,30 aA	0,0	1998,67 bA	1830,00 bB	-8,43
BRS 286 x CNPA ITA 90	4,20 bB	4,53 bA	7,85	77,63 aA	74,53 aB	-3,99	2477,00 bA	2362,33 bA	-4,62
BRS 286 x CNPA 5M	4,96 aA	4,97 aA	0,2	76,10 aA	75,97 aA	-0,17	2839,33 aA	2401,67 bB	-15,41
BRS 286 x CNPA 7MH	4,83 aB	5,23 aA	8,28	76,00 aA	72,53 bB	-4,56	2692,00 aA	2566,33 aA	-4,66
BRS 286 x BRS Seridó	5,00 aB	5,40 aA	8,00	75,17 bA	73,37 bA	-2,39	2557,00 aA	2494,67 bA	-2,43
FMT 701 x CNPA ITA 90	4,40 bB	4,87 bA	10,68	77,77 aA	74,87 aB	-3,72	2589,67 aB	2799,67 aA	8,10
FMT 701 x CNPA 5M	4,60 bA	4,60 bA	0,0	78,10 aA	76,33 aA	-2,26	2850,33 aB	3056,67 aA	7,23
FMT 701 x CNPA 7MH	4,30 bB	5,27 aA	22,55	76,77 aA	75,03 aA	-2,26	2788,67 aA	2234,00 bB	-19,89
FMT 701 x BRS Seridó	5,17 aA	5,33 aA	3,09	76,43 aA	71,93 bB	-5,87	2323,67 bA	2354,33 bA	1,31

Medias seguida da mesma letra diferem entre pelo teste de Scott-Knott. Letras minúsculas comparam entre genótipos e maiúsculas, entre tratamentos.

Tabela 8. Quadrados médios da análise da variância para CGC e CEC para características das fibras de algodão, Campina Grande, PB 2014.

FV	GL									
		UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT	Rd	CSP
CGC GI	4	32,07*	11,21*	10,83*	67,29*	2,30*	0,49*	0,0005*	15,37*	1059228,25*
CGC GII	3	11,57*	2,53*	4,50*	12,00*	0,61*	1,16*	0,001*	9,91*	343090,72*
CEC	12	2,55 ^{ns}	2,71 ^{ns}	1,43 ^{ns}	6,75 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	10,78*	154105,18 ^{ns}
Resíduo	38	0,95	0,86	0,36	1,51	0,05	0,04	0,00004	3,58	22337,48
Média		28,16	84,06	7,86	28,55	5,04	4,98	0,89	73,89	2433,80
DP		0,12	0,12	0,08	0,16	0,03	0,02	0,0008	0,24	19,29

*; ** significativo a 5 e a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo pelo teste F. DP- desvio padrão, GI- Genitores elite GII- Genitores tolerantes a seca. Comprimento (UHM), uniformidade (UNF %) Índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR (gf/tex)), alongação à ruptura (ELG%), índice de micronaire (MIC), maturidade (MAT), reflectância (Rd%) e índice de fiabilidade (CSP).

Na Tabela 9, se encontram as estimativas da C.G.C. para os genótipos componentes dos grupos I (GI) e II (GII), baseada nas características da fibra. Verifica-se que no GI, o genitor que mais se destacou foi FM 966, que contribuiu para elevar em 1,49 mm o comprimento da fibra (UHM), 1,25% a uniformidade (UNF), 2,26 gf/tex a resistência (STR) e em 356,12 o índice de fiabilidade (CSP). No Grupo II, destacou-se CNPA 5M, que contribuiu para elevar o comprimento em 1,31 mm, 0,39 % a uniformidade, 0,97 gf/tex a resistência, 0,22% a alongação e em 219,60 o índice de fiabilidade. A contribuição para reduzir o índice de fibras curtas e o índice micronaire foi pequena, porém indica que esses caracteres podem ser mantidos em condições de estresse hídrico por 23 dias. Ambos, FM 966 e CNPA 5M, foram os que permitiram os maiores ganhos para as características intrínsecas da fibra do algodão, nas condições em que o experimento foi conduzido.

As estimativas da CGC são de grande importância na escolha de genitores para trabalhos de melhoramento porque permite informações sobre a concentração de genes com efeitos aditivos, úteis para os procedimentos de seleção. Valores elevados e positivos são os mais contributivos para expressão do caráter, enquanto valores altos e negativos contribuem com a redução de sua manifestação (HINZE, et. al. 2011; SPRAGUE e TATUM, 1942).

Na Tabela 10, se encontra as estimativas dos efeitos da CEC para as combinações híbridas, baseadas nas características das fibras. Verificou-se valores de S_{ij} positivos e negativos, indicando existência de desvio da dominância bidirecional, com genes que aumentam a expressão do caráter e outros igualmente dominantes, que a reduzem (CRUZ e VENCOVSKY, 1989). Nenhuma combinação se superou para a totalidade das características, porém quatro delas contribuíram para melhoria em, pelo menos, três delas, tais como FM 966 x CNPA 5M (UHM, MIC, Rd e CSP), FM 701 x CNPA ITA 90 (UNF, SFI, STR e CSP), BRS 286 x BRS Seridó (STR, ELG e CSP) e FMT 701 x CNPA 5M (SFI, MIC e CSP).

Tabela 9. Estimativas da CGC para os genótipos componentes dos grupos I (GI) e II (GII) para as características tecnológicas de fibra.

EFEITO DA CGC GI									
Genótipo	UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT	Rd	CSP
FMT 705	-0,61 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,30*	0,007*	-1,41*	-136,96*
FM 966	1,49*	1,25*	-1,00*	2,26*	-0,62*	-0,08 ^{ns}	0,002 ^{ns}	-0,84 ^{ns}	356,12*
BRS Rubi	-2,48*	-1,42*	1,57*	-3,91*	0,59*	-0,26*	-0,01*	1,40*	-418,97*
BRS 286	0,22 ^{ns}	-0,006 ^{ns}	-0,27 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,20 ^{ns}	22,44 ^{ns}
FMT 701	1,37*	0,34 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	1,40*	-0,15*	0,04 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,64 ^{ns}	177,37*
EFEITO DA CGC G II									
CNPA ITA 90	-0,53 ^{ns}	-0,54 ^{ns}	0,48*	-1,08*	0,07 ^{ns}	-0,21*	-0,006*	0,32 ^{ns}	-82,26 ^{ns}
CNPA 5M	1,31*	0,39 ^{ns}	-0,76*	0,97*	0,22*	-0,23*	-0,008*	0,90 ^{ns}	219,60*
CNPA 7MH	-0,41 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,40*	-0,02 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,002 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	-22,86 ^{ns}
BRS Seridó	-0,38 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,28 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	-0,27*	0,36*	0,012*	-1,01 ^{ns}	-114,46*
DP (G _i)	0,25	0,24	0,15	0,31	0,05	0,05	0,002	0,48	38,58
DP (G _j)	0,21	0,21	0,13	0,27	0,05	0,04	0,001	0,42	33,41

* significativo a 5% de probabilidade e ^{ns} não significativo pelo teste T. DP- desvio padrão, GI- Genitores elite GII- Genitores tolerantes a seca. Comprimento (UHM), uniformidade (UNF %) Índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR (gf/tex)), alongação à ruptura (ELG%), índice de micronaire (MIC), maturidade (MAT), reflectância (Rd%), grau de amarelecimento (+b) e índice de fiabilidade (CSP).

Tais resultados são de grande contribuição para o avanço do melhoramento genético do algodão em ambiente semiárido. Cruz et. al. (2004), ressaltam que a combinação híbrida mais favorável deve ser aquela que apresentar maior estimativa de CEC e que seja resultante de um cruzamento em que, pelo menos um dos parentais tenha altas estimativas de CGC, embora paternais com alta CGC nem sempre proporcione a formação da melhor combinação híbrida desejada.

Tabela 10. Estimativa da CEC dos híbridos F1's (S_{ij}) para as características tecnológicas de fibra.

Combinação híbrida	UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT	Rd	CSP
FMT 705 x CNPA ITA 90	-0,36 ^{ns}	-0,49 ^{ns}	0,55 ^{ns}	-1,65*	0,07 ^{ns}	0,23*	0,004 ^{ns}	1,7 ^{ns}	-168,89*
FMT 705 x CNPA 5M	-1,10*	0,55 ^{ns}	-0,004 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,78*	0,12 ^{ns}	-0,005 ^{ns}	-3,86*	-4,76 ^{ns}
FMT 705 x CNPA 7MH	1,14*	0,10 ^{ns}	-0,42 ^{ns}	1,10 ^{ns}	-0,67*	-0,001 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,29 ^{ns}	95,36 ^{ns}
FMT 705 x BRS Seridó	0,32 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,005 ^{ns}	1,86*	78,30 ^{ns}
FM 966 x CNPA ITA 90	-1,11 ^{ns}	-1,51*	0,36 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	0,47*	0,18*	-0,002 ^{ns}	-1,51 ^{ns}	-280,98*
FM 966 x CNPA 5M	1,35*	-0,14 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,00 ^{ns}	-0,51*	-0,34*	0,0005 ^{ns}	2,91*	186,48*
FM 966 x CNPA 7MH	-0,29 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,78 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,15 ^{ns}	112,95 ^{ns}
FM 966 x BRS Seridó	0,04 ^{ns}	0,94*	-0,61*	-1,50*	0,21 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	-1,55 ^{ns}	-18,45 ^{ns}
BRS Rubi x CNPA ITA 90	0,44 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,68*	-0,02 ^{ns}	0,001 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	190,76*
BRS Rubi x CNPA 5M	-0,80 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,22*	0,38*	0,003 ^{ns}	-0,90 ^{ns}	-133,43 ^{ns}
BRS Rubi x CNPA 7MH	-0,11 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,99*	-0,31*	-0,007*	0,21 ^{ns}	13,04 ^{ns}
BRS Rubi x BRS Seridó	0,46 ^{ns}	-0,98*	0,05 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,003 ^{ns}	1,01 ^{ns}	-70,36 ^{ns}
BRS 286 x CNPA ITA 90	0,17 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,24*	-0,002 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-11,65 ^{ns}
BRS 286 x CNPA 5M	-0,30 ^{ns}	-1,08*	0,71*	-2,32*	-0,04 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,97 ^{ns}	-274,18*
BRS 286 x CNPA 7MH	0,30 ^{ns}	0,64 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	0,34 ^{ns}	-0,38*	0,16 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	-1,36 ^{ns}	132,95 ^{ns}
BRS 286 x BRS Seridó	-0,17 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,57 ^{ns}	2,13*	0,30*	0,06 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,28 ^{ns}	152,88*
FMT 701 x CNPA ITA 90	0,86 ^{ns}	1,03*	-1,16*	1,94*	0,005 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,002 ^{ns}	0,01 ^{ns}	270,77*
FMT 701 x CNPA 5M	0,85 ^{ns}	0,43 ^{ns}	-0,64*	0,66 ^{ns}	-0,009 ^{ns}	-0,18*	0,0005 ^{ns}	0,89 ^{ns}	225,90*
FMT 701 x CNPA 7MH	-1,05*	-1,44*	0,54 ^{ns}	-1,99*	0,23 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,70 ^{ns}	-354,30*
FMT 701 x BRS Seridó	-0,65 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	1,26*	-0,60 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	-1,59 ^{ns}	-142,37 ^{ns}
DP (S_{ij})	0,43	0,41	0,27	0,55	0,10	0,08	0,003	0,85	66,83

* significativo a 5% de probabilidade e ^{ns} não significativo pelo teste T. DP- desvio padrão. Comprimento (UHM), uniformidade (UNF %), Índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR (gf/tex)), alongação à ruptura (ELG%), índice de micronaire (MIC), maturidade (MAT), reflectância (Rd%) e índice de fiabilidade (CSP).

6 CONCLUSÕES

As características tecnológicas da fibra são afetadas pelo déficit hídrico;

Os efeitos gênicos aditivos foram superiores aos efeitos gênicos não-aditivos (dominância e epistasia) para a maioria dos caracteres em estudo;

Os genitores do GI e GII que apresentaram maiores estimativas de CGC foram FM 966 (UHM, UNF, STR, SFI e CSP), FMT 705 (MIC e +b), BRS Rubi (ELG e Rd), CNPA 5M (UHM, UNF, SFI, STR, ELG e CSP) e BRS Seridó (MIC e MAT), sendo, os mais contributivos para melhorar as características tecnológica da fibra;

As melhores combinações híbridas para as características tecnológicas de fibra foram FMT 701 x CNPA ITA 90 para (UHM, UNF, SFI e CSP), FM 966 x CNPA 5M (UHM, Rd e CSP), FM 966 x BRS Seridó (UNF e SFI), BRS 286 x BRS Seridó (STR, ELG e CSP).

Com relação ao índice de micronaire (MIC) as combinações mais promissoras foram a FMT 705 x CNPA ITA 90 e BRS Rubi x CNPA ITA 90.

6. REFERENCIAS

ABA - Anuário Brasileiro do Algodão 2015. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta. Santa Cruz, 2015.

ABRAPA - Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Disponível em: <http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Brasil.aspx>. Acesso em 20 de setembro 2015.

AGUIAR, P. A., PENNA, J. C. V., FREIRE, E. C., & MELO, L. C. Diallel analysis of upland cotton cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.7, n.4, p.353-359, 2007.

AKISCAN, Y.; e GENCER, O. Diallel analysis for fiber quality properties of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Genetics and Plant Physiology**, v.4, n.3-4, p. 209-215, 2014.

AL-AHMAD, S.; WANNOWS, A.; OWIL, E.; AL-ESSA, M.; AL-AMMAREEN, M.; ROEELY, M. e GHAZAL, A. A capacidade de combinação para produtividade e algumas características morfológicas utilizando análise dialélica parcial em milho amarelo (*Zea mays* L.) híbridos. **Jordan Jornal de Ciências Agrárias**, v.8, n.3, 2012.

ARAÚJO, W. P., PEREIRA, J. R., DE ALMEIDA, É. S., ARAÚJO, V. L., DE LIMA, F. V., e SOBRINHO, F. P. C. Componentes da fibra de cultivares de algodoeiro herbáceo sob lâminas de água. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.28, p.78-81, 2013.

ARRUDA, F. P. D., ANDRADE, A. P. D., SILVA, I. D. F. D., PEREIRA, I. E., & GUIMARÃES, M. A. Emission/abscission of reproductive structures of herbaceous cotton, cv. CNPA 7H: effect of the water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n. 1, p. 21-27, 2002.

ATTIA, A.; RAJAN, N.; RITCHIE, G.; CUI, S.; IBRAHIM, A.; HAYS, D.; XUE, Q. E WILBORN, J. Yield, Quality, and Spectral Reflectance Responses of Cotton under Subsurface Drip Irrigation. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 4, p. 1355-1364, 2015.

BALDO, R.; SCALON, DE S. P. Q.; ROSA, Y. B. C. J.; MUSSURY, R. M.; BETONI, R.; BARRETO, W. DOS S. Comportamento do algodoeiro cv. Delta Opal sob estresse hídrico com e sem aplicação de bioestimulante. **Ciência e Agrotecnologia**. v.3, 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.

BALOGH, M., ANSARI, B. A., KUMBHAR, M. B., & KEERIO, M. I. Genetic Retrospect of Seed cotton Yield and its Components from a 6-Parent *Gossypium hirsutum* Diallel Cross Under Water Stress Conditions. **Journal of Basic and Applied Sciences**, v.10, p.110-123, 2014.

BANGE, M. P.; CONSTABLE, G. A.; JOHNSTON, D. A.; KELLY, D. A method to estimate the effects of temperature on cotton micronaire. **Journal of Cotton Science**, v.14, p.164-172, 2010.

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

BÖLEK, Y., e OĞLAKÇI, M. Genetic variation among cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars for seed-set efficiency. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.31, n.4, p.229-235, 2007.

BRADEN, C. A., SMITH, C. W., e HEQUET, E. F. Combining ability for fiber length in near-long-staple upland cotton. **Crop Science**, v.49, n.3, p.756-762, 2009.

BRADOW, J. M. e DAVIDONIS, G. H. Quantitation of fiber quality and the cotton production-processing interface: a physiologist's perspective. **The Journal of Cotton Science**, v.4, n.1, p.34-64, 2000.

BRADOW, J. M. e DAVIDONIS, G. H. Effects of environment on fiber quality. **Physiology of cotton**, Springer Netherlands, p. 229-245, 2010.

BUAINAIN, A. M. e BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva do algodão**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Série Agronegócios, Brasília, v.4, 2007.

CARVALHO, L.P.; FARIAS, F.J.C.; RODRIGUES, J.I.S. Selection for increased fiber length in cotton progenis from Acala and Non-Acala types. **Crop Science**. v.55, p.1-7, 2015a.

CHAVES, M., OLIVEIRA, M. M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of Experimental Botany**. v.55, p.2365-2384, 2004.

CHAVES, M. M., FLEXAS, J., PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**. 103: p.551-560, 2009.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2014/2015. Terceiro Levantamento, Julho de 2015. Disponível em: http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/11490/11490_10.PDF . Acesso em 23 de Setembro de 15.

CORDÃO SOBRINHO, F. P., GUERRA, H. O., ARAÚJO, W. P., PEREIRA, J. R., ZONTA, J. H., & BEZERRA, J. R. Fiber quality of upland cotton under different irrigation depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.11, p.1057-1063, 2015.

COSTA, M.N. **Análise dialélica das capacidades geral e específica de combinação utilizando técnicas uni e multivariadas e divergência genética em mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. 2006. 155p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

CPTEC/INPE – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Previsão para o trimestre Dezembro de 2015 e janeiro-fevereiro de 2016 para o Semiárido**. Disponível em: <http://tempo.cptec.inpe.br/semi-arido/pt>. Acessado em 02/12/2015.

CRISÓSTOMO, J. R. **Avaliação da estrutura e do potencial genético de uma população de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) parcialmente autógama**. 1989. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2004. Cap. VII, p. 223-375.

CRUZ, C. D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto v. 12, n. 2, p. 425-438, 1989.

DAGDELEN, N., BAŞAL, H., YILMAZ, E., GÜRBÜZ, T., AKCAY, S. Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. **Agricultural Water Management**, v.96, n.1, p.111-120, 2009.

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

EMBRAPA ALGODÃO. **Cultivo do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/cultivares.htm>. Acesso em: 12 dezembro 2014.

FAO - FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. **FAOSTATFAO-Statistics Division**. Disponível em: http://www.fao.org/es/ess/index_en.asp. Acesso em: 18 de Setembro de 2014.

FARIAS, F.J.C. **Índice de seleção em cultivares de algodoeiro herbáceo**. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C. **Melhoramento do algodoeiro para as condições do Cerrado e Agricultura Familiar do Mato Grosso**. Primavera do Leste: Embrapa/Fundação Centro Oeste. 2005, 53p. Projeto apresentado ao FACUAL.

FONSECA, R. G. da; SANTANA, J.C.F. de. **Resultados de Ensaio HVI e Suas Interpretações** (ASTM D-4605). Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 13 p. (Circular Técnica, 66).

FREIRE, E. C.; VIDAL NETO, F. C. Melhoramento Genético do Algodão. In: VIDAL NETO, F. C.; CAVALCANTI, J. J. V. (Ed.) **Melhoramento Genético de Plantas no Nordeste** – Brasília, DF: Embrapa, 2013. Cap. 3, p. 49-83.

FUNDAÇÃO MT (Rondonópolis, MT). **Liderança e Competividade**. Rondonópolis, MT, p.182, 1999.

GERALDI, I.O.; MIRANDA FILHO, J.B. de. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel. **Revista Brasileira de Genética**, v.11, n.2, p. 419-430, 1988.

HINZE, L. L., CAMPBELL, B. T. e KOHEL, R. J. Performance and combining ability in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) populations with diverse parents. **Euphytica**, v.181, n.1, p.115-125, 2011.

HUSSEIN, F.; JANAT, M.; YAKOUB, A. Assessment of yield and water use efficiency of drip-irrigated cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by deficit irrigation. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 35, n. 6, p. 611-621, 2011.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index>. Acessado em 02/12/2015.

IMRAN, M.; SHAKEEL, A.; AZHAR, F. M.; FAROOQ, J.; SALEEM, M. F.; SAEED, A.; NAZEER, W.; RIAZ, M.; NAEEM, M. e JAVAID, A. Combining ability analysis for within-boll yield components in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Genetics and Molecular Research**, v.11, n.3, p.2790-2800, 2012.

LOKHANDE, S. e REDDY, K. R. Reproductive and fiber quality responses of upland cotton to moisture deficiency. **Agronomy Journal**, v. 106, n. 3, p. 1060-1069, 2014.

KARADEMIR, E.; GENCER, O. Combining ability and heterosis for yield and fiber quality properties in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) obtained by half diallel mating design. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, v.38, n.1, p.222-227, 2010.

KLJUN, A.; EL-DESSOUKY, H. M.; BENIANS, T. A.; GOUBET, F.; MEULEWAETER, F.; KNOX, J. P.; BLACKBURN, R. S. Analysis of the physical properties of developing cotton fibers. **European Polymer Journal**, v.51, p.57-68, 2014.

KRIEG D. R.; HEQUET, E. F. Fiber Quality Variation within a Cotton Plant as Affected by Genetics and Environment. **Proceedings Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, January 4-7, 2005.

KUMAR, K. S., ASHOKKUMAR, K., e RAVIKESAVAN, R. Genetic effects of combining ability studies for yield and fibre quality traits in diallel crosses of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **African Journal of Biotechnology**, v.13, n.1, p.119-126, 2014.

MARTINS, I.S.; SILVA, I.M.; CAMARGO, J.M.; MELO, L.F.; VIEIRA, J.H.C.; SANTOS, A.S. Avaliação de características da fibra de genótipos de algodoeiro cultivados em sistemas ultra-adensado, adensado e convencional. **Nucleus** v.9, p.21-28, 2012.

McMICHAEL B. L.; OOSTERHUIS D. M.; ZAK J. C., Stress Response in Cotton Root Systems. In: **STRESS PHYSIOLOGY IN COTTON**. Cordova, Tennessee. p. 97 – 112, 2011.

MÉNDEZ-NATERA, J. R., RONDÓN, A., HERNÁNDEZ, J., e MERAZO-PINTO, J. F. Genetic Studies in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) II. General and Specific Combining Ability. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.14, n.3, p.617-627, 2012.

MERT, M. Irrigation of cotton cultivars improves seed cotton yield, yield components and fibre properties in the Hatay region, Turkey. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science**, v. 55, n. 1, p. 44-50, 2005.

MØLLER, I. M.; JENSEN, P. E.; HANSSON, A. Oxidative modifications to cellular components in plants. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, p. 459-481, 2007.

NÓBREGA, M.B.M. de. **Avaliação de Genótipos de mamona (*Ricinus communis* L.) em cruzamentos dialélicos parciais**. 2008. 78p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Piracicaba, 2008.

NG, E. H.; SMITH, C. W.; HEQUET, E.; HAGUE, S.; e DEVER, J. Diallel analysis of fiber quality traits with an emphasis on elongation in upland cotton. **Crop Science**, v.54, n.2, p.514-519, 2014.

PAN, Z.; SUN, D.; SUN, J.; ZHOU, Z.; JIA, Y.; PANG, B.; MA, Z.; DU, X. Effects of fiber wax and cellulose content on colored cotton fiber quality. **Euphytica**, v. 173, n. 2, p. 141-149, 2010.

PARIDA, A. K.; DAGAONKAR, V. S.; PHALAK, M. S.; AURANGABADKAR, L. P. Differential responses of the enzymes involved in proline biosynthesis and degradation in drought tolerant and sensitive cotton genotypes during drought stress and recovery. **Acta Physiol Plant**, v. 30, n. 05, p. 619–627, 2008.

PEDROSA, M. B.; FREIRE, E. C.; COSTA, J. N. C. e ANDRADE, F. P. Estimativa das capacidades combinatórias em híbridos F₁s de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) irrigado no estado do Rio Grande do Norte. **Revista Oleaginosas e Fibrosa**, Campina Grande, v.5, n.3, p.439-445, 2001.

PENNA, J. C. V. Melhoramento do algodão. In BOREM, A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Ed. UFV, p. 15-53, 2005.

PETTIGREW, W. T. Environmental effects on cotton fiber carbohydrate concentration and quality. **Crop Science**, v. 41, n. 4, p. 1108-1113, 2001.

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

PETTIGREW, W. T. The effect of higher temperatures on cotton lint yield production and fiber quality. **Crop science**, v. 48, n. 1, p. 278-285, 2008.

PEREIRA, J. W., MELO FILHO, P. A., ALBUQUERQUE, M. B., NOGUEIRA, R. M., e SANTOS, R. C. Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.4, p. 766-773, 2012.

PEREIRA, J. W., ALBUQUERQUE, M. B., MELO FILHO, P. A., NOGUEIRA, R. J. M. C., DE LIMA, L. M., & SANTOS, R. C. Assessment of drought tolerance of peanut cultivars based on physiological and yield traits in a semiarid environment. **Agricultural Water Management**, v.166, p.70-76, 2016.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**. Goiânia: UFG, 1993. p. 29-75.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; SANTOS, J.B. Melhoramento de espécies autógamias. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S., VALADARES, M.C. (Ed.) **Recursos genéticos e melhoramento**. Plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 201-230.

RASHEED, A., RIZWAN, M., CHEEMA, J. I., MALIK, S. H., HAQ, M. I., e SOHAIL, S. Genetic studies on variation for fiber quality traits in upland cotton. **Journal of plant breeding and genetics**, p. 01-05, 2014.

ROCHA, F.; STINGHEN, J. C.; GEMELI, M. S.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F. Análise dialélica como ferramenta na seleção de genitores em feijão. **Revista Ciência Agronômica**. v.45, n.1, p. 74-81, 2014.

SANTANA, J.C.F.; WANDERLEY, M.J.R.; BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P.; LEÃO, A.B.; VIEIRA, D.J. **Características da fibra e do fio do algodão: análise e interpretação dos resultados**. In: **Beltrão N. E. M. Azevedo D. M. P.** O agronegócio do algodão no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica v.2, p.1099-1120, 2008.

SESTREN, J.A.; LIMA, J.J. Característica e classificação da fibra de algodão. In: FREIRE, E.C. (Ed.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. Cap. 22, p. 765-820.

SEN, I., M. OGLAKCI, Y. BOLEK, B. CICEK, N. KISAKUREK AND S. AYDIN. Assessing the out-crossing ratio, isolation distance and pollinator insects in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Asian Journal of Plant Sciences**, v.3, n.6, p.724-727, 2004.

SILVA, J. A. S.; MEDEIROS, R. M.; SILVA, A. O., SILVA, J. W. O. S.; MATOS, R. M. Oscilações no regime da precipitação pluvial no município de Barbalha-CE. I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS. 22 a 24 de maio de 2013 – Iguatu – CE, Brasil.

SIMMONDS, N. W. 1979. **Principles of Crop Improvement**. 1th Edition, Longman Group Ltd, London. UK, PP. 110-116.

SNOWDEN, C., RITCHIE, G., CAVE, J., KEELING, W. e RAJAN, N. Multiple irrigation levels affect boll distribution, yield, and fiber micronaire in cotton. **Agronomy Journal**, v.105, n.6, p.1536-1544, 2013.

SONG, M., FAN, S., PANG, C., WEI, H., LIU, J., e YU, S. Genetic analysis of yield and yield-related traits in short-season cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Euphytica**, v.204, n.1, p. 1-13, 2015.

SONG, M., FAN, S., PANG, C., WEI, H., LIU, J., e YU, S. Genetic analysis of fiber quality traits in short season cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Euphytica**, v.202, n.1, p.97-108, 2015.

SPRAGUE G.F.; TATUM, L.A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.34, n.10, p.923-932, 1942.

TANG, F., MO, W., e XIAO, W. Development of Near Long Staple Upland Cotton lines Derived from Multiple Crosses. **Bothalia Journal**, v.45, n.5, p.35-49, 2015.

TRINDADE, S. R.; JÚNIOR, A. T. A.; RODRIGUES, R.; VIANA, J. M. S.; PEREIRA, M. G.; GONÇALVES, L. S. A. Combining ability for morphoagronomic traits in common bean and snap bean. **African Journal of Agricultural Research**, v.6, n.29, p.6240-6245, 2011.

VIEIRA, F. A. C. Análise dialélica de JINKS e HAYMAN em genótipos de algodoeiro. 2006, 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2006.

ZOHARY, D.; HOPF, M. Domestication of plants in the old world. Oxford University Press, 3 ed., 328p. 2001.

ZONTA, J. H., BEZERRA, J. R. C., SOFIATTI, V., FARIAS, F. J. C., e DE CARVALHO, L. P. Efeito da irrigação no rendimento e qualidade de fibras em cultivares de algodoeiro herbáceo. **Revista Caatinga**, v.28, n.4, p.43-52, 2015.

WEN, Y.; ROWLAND, D.L.; PICCINNI, G.; COTHREN, J. T.; LESKOVAR, D. I.; KEMANIAN, A.R. e WOODARD, J.D. Lint yield, lint quality, and economic returns of cotton production under traditional and regulated deficit irrigation schemes in southwest Texas. **The Journal of Cotton Science**, v. 17, n. 1, p. 10-22, 2013.

YEATES, S. J.; CONSTABLE, G. A.; MCCUMSTIE, T. Irrigated cotton in the tropical dry season. I: Yield, its components and crop development. **Field Crops Research**, v.116, n.3, p.278-289. 2010.