



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

VALDEIR DE SOUZA OLIVEIRA

CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO ENTRE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO
HERBÁCEO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

CAMPINA GRANDE – PB

2021

VALDEIR DE SOUZA OLIVEIRA

**CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO ENTRE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO
HERBÁCEO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO**

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: Agrobioenergia e Agricultura Familiar.

Orientador: Dr. José Jaime Vasconcelos Cavalcanti

Coorientador: Dr. Francisco José Correia Farias

CAMPINA GRANDE – PB

2021

É expressamente proibido 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 do trabalho.

O48c Oliveira, Valdeir de Souza.
Capacidade de combinação entre genótipos de algodoeiro herbáceo no semiárido nordestino [manuscrito] / Valdeir de Souza Oliveira. - 2021.
43 p.
Digitado.
Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2021.
"Orientação : Prof. Dr. José Jaime Vasconcelos Cavalcanti, Embrapa Algodão ."
1. Algodão. 2. Melhoramento genético. 3. Déficit hídrico. I.
Título

21. ed. CDD 633.51

VALDEIR DE SOUZA OLIVEIRA


**CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO ENTRE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO
HERBÁCEO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO**

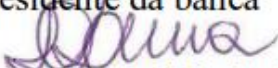
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias

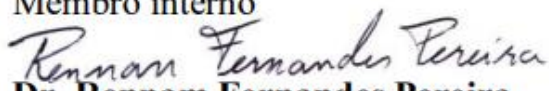
Área de concentração: Agrobioenergia e Agricultura Familiar.

Aprovada em: 04 / 03/ 2021.

BANCA EXAMINADORA


Dr. José Jaime Vasconcelos Cavalcanti
Presidente da banca


Dr^a. Liziane Maria de Lima
Membro interno


Dr. Rennan Fernandes Pereira
Membro externo


Dr^a. Cândida Herminia Campos de Magalhães
Membro externo

À Deus, minha família, e a todos que de alguma forma contribuíram para essa conquista!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que é a razão de tudo em nossas vidas, por toda força e coragem que me concedeu para enfrentar os desafios nessa jornada acadêmica. Obrigado, Senhor!

Às pessoas mais importantes da minha vida: Maria das Graças (minha mãe); Rivaldo (meu pai) e Maria das Vitorias (minha irmã), que são a base forte da minha vida. Nunca me deixam desanimar.

À minha namorada Mirelly, que sempre está comigo em todos os momentos me ajudando e me incentivando a melhorar cada vez mais.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias (PPGCA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) por me proporcionar a oportunidade de aperfeiçoamento profissional

À Embrapa Algodão por todo o suporte no desenvolvimento dos experimentos e atividades acadêmicas.

Ao orientador Dr. José Jaime Vasconcelos Cavalcante, por todos os ensinamentos repassados durante esse período de formação, que servirão para toda vida profissional.

Ao coorientador Dr. Francisco José Correia Farias, por todo suporte acadêmico para elaboração deste trabalho e para formação profissional.

A todos os professores, sem exceção, que auxiliaram nessa caminhada, pelos valiosos ensinamentos, conselhos e oportunidades que me foram conferidas.

A todos os funcionários da Embrapa Algodão que de alguma forma deram suporte para condução e realização das pesquisas.

Aos colegas da turma 2018.1: Auta Paulina, Bruna Laís, Bruna Cavalcante, Djailton, Joan Carlos, Jucelino, Jutahy Jorge, Larissa, Luana, Marília, Raphael, Rayanne, Sabrina, Samuel e Vanderléia. Com certeza serão lembrados por toda vida, pois foram importantes nessa jornada, proporcionando momentos de muita ciência, muito companheirismo e muitas risadas.

Aos colegas de Embrapa Algodão que também contribuíram muito nas pesquisas durante esse tempo de formação, são eles: Damião Queiróz e Jean Pierre.

À minha avó Adalgiza Paulino (*In memoriam*), a meu padrinho Francisco de Assis Paulino, minha madrinha Maria Anunciada, meu tio Fernando Souza, por sempre acreditarem no meu potencial no meio acadêmico.

MUITO OBRIGADO!

“Você nunca sabe a força que tem. Até que a sua única alternativa é ser forte.”

(Johnny Depp)

RESUMO

O algodoeiro é a principal fonte de fibra natural para a indústria têxtil, onde o Brasil destaca-se como um dos maiores produtores e exportadores em todo mundo. No semiárido brasileiro essa cultura tem grande importância econômica, mesmo cultivada em sequeiro. Os programas de melhoramento genético do algodão no Brasil vêm buscando a melhoria na produtividade, rendimento no descaroçamento, fibras finas, resistentes e uniformes. Esse trabalho objetivou estimar a capacidade geral e específica de combinações entre genótipos de algodoeiro, selecionar os melhores genitores e combinações híbridas com maior produtividade e qualidade nas condições de semiárido. O experimento foi conduzido na estação experimental da Embrapa Algodão, na cidade de Barbalha, CE. Os tratamentos foram compostos por 24 famílias F₃, com quatro repetições, e mais dois tratamentos que serviram como testemunhas (cultivares BRS 286 e BRS 416). O delineamento experimental foi em blocos casualizados. Foram analisadas as seguintes características agronômicas após a colheita: produtividade de algodão em caroço e pluma (kg ha⁻¹), percentagem de fibra (%) e peso de um capulho (g), e as características da fibra: comprimento (mm), resistência (gf tex⁻¹), alongamento, finura e índice de fiabilidade. As análises da fibra foram realizadas com auxílio do equipamento HVI (Uster HVI 1000), do laboratório de fibras da Embrapa Algodão. Os resultados apontam que todas as características agronômicas avaliadas apresentaram diferenças significativas a 1%, evidenciando a variabilidade genética entre os híbridos F₃. As estimativas de capacidade combinatória geral e específica apresentaram efeito significativo para todas as características, inferindo predominância de ação gênica aditiva no controle da maioria dos caracteres avaliados. Os efeitos gênicos aditivos são superiores aos não-aditivos para todos os caracteres, exceto para índice de micronaire e índice de fiabilidade. Portanto, os melhores genitores são CNPA 2009 152, CNPA BA 2009 2247, BRS 293 e BRS AROEIRA. As combinações híbridas mais promissoras para o melhoramento das características agronômicas e tecnológicas da fibra são: CNPA BA 2009 2247 x BRS 293; CNPA BA 2009 2247 x BRS 286; BRS 336 x BRS 286 e CNPA BA 2010 1366 x GUAZUNCHO.

Palavras chave: Algodão. Melhoramento genético. Déficit hídrico. Fibra.

ABSTRACT

Cotton is the main source of natural fiber for the textile industry, where Brazil stands out as one of the largest producers and exporters worldwide. In the Brazilian semi-arid region, this crop is of great economic importance, even if grown in rainfed. Cotton breeding programs in Brazil have sought to improve productivity, yield in ginning, fine, resistant and uniform fibers. This work aimed to estimate the general and specific capacity of combinations between cotton genotypes, select the best parents and hybrid combinations with higher productivity and quality in semiarid conditions. The experiment was conducted at the Embrapa Algodão experimental station, in the city of Barbalha, CE. The treatments were composed of 24 F3 families, with four replications, and two more treatments that served as controls (cultivars BRS 286 and BRS 416). The experimental design was in randomized blocks. The following agronomic characteristics were analyzed after harvest: cotton seed and feather productivity (kg ha⁻¹), fiber percentage (%) and boll weight (g), and the characteristics of the fiber: length (mm), strength (gf tex⁻¹), elongation, fineness and reliability index. The fiber analyzes were performed with the aid of the HVI equipment (Uster HVI 1000), from the Embrapa Cotton fiber laboratory. The results show that all the agronomic characteristics evaluated showed significant differences at 1%, showing the genetic variability between the F3 hybrids. The general and specific combinatory capacity estimates showed a significant effect for all characteristics, inferring a predominance of additive gene action in the control of most of the evaluated characters. Additive gene effects are superior to non-additive effects for all characters, except for micronaire index and reliability index. Therefore, the best parents are CNPA 2009 152, CNPA BA 2009 2247, BRS 293 and BRS AROEIRA. The most promising hybrid combinations for improving fiber agronomic and technological characteristics are: CNPA BA 2009 2247 x BRS 293; CNPA BA 2009 2247 x BRS 286; BRS 336 x BRS 286 and CNPA BA 2010 1366 x GUAZUNCHO.

Keywords: Cotton. Genetic improvement. Water deficit. Fiber.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** -Esquema do cruzamento dialélico parcial envolvendo genitores de elite (G1), tolerantes a seca (G2) e seus respectivos híbridos (F3's), segundo metodologia de dialelos parciais, proposta por Geraldi e Miranda Filho (1988).....21
- Tabela 2** - Esquema da análise de variância individual, segundo Cruz et. al. (2012).....22
- Tabela 3** - Esquema da análise de variância do dialelo, segundo Cruz et. al. (2012).....23
- Tabela 4**– Análise de variância individual das características agronômicas: produtividade de algodão em caroço (PROD, kg.ha⁻¹), produtividade em pluma (PRODF, kg.ha⁻¹), peso de um capulho (PIC, g) e percentagem de fibra (PF, %), Barbalha – CE, 2019.....24
- Tabela 5** – Análise de variância individual, parâmetros tecnológicos da fibra: comprimento (COMP, mm), resistência (RES, gf tex⁻¹), alongamento a ruptura (ELG, %), índice de micronaire (MIC), e índice de fiabilidade (CSP), Barbalha – CE, 2019.....24
- Tabela 6**-Classificação das médias segundo o teste de Scott e Knott (1974) para produtividade de algodão: em caroço (PROD, kg.ha⁻¹), e em pluma (PRODF, kg.ha⁻¹); peso de um capulho (PIC, g) e percentagem de fibra (PF, %), comprimento (COMP, mm), resistência (RES, gf tex⁻¹), alongamento a ruptura (ELG, %), índice de micronaire (MIC), e índice de fiabilidade (CSP), Barbalha – CE, 2019.....27
- Tabela 7** - Quadrados médios da Capacidade Combinatória Geral e Específica, (Método de Griffing 1956), para caracteres agronômicos e tecnológicos da fibra: Produtividade (PROD, kg.ha⁻¹); Produtividade de fibra (PRODF, kg.ha⁻¹); Porcentagem de fibra (PF, %); Peso de um capulho (PIC, g); Comprimento (COMP, mm); Resistência (RES, gf tex⁻¹); Alongamento a ruptura (ELG, %); índice de micronaire (MIC); índice de fiabilidade (CSP), Barbalha - CE, 2019.....32
- Tabela 8** - Estimativas dos Efeitos da Capacidade Geral de Combinação (gi ou gj) para caracteres agronômicos e tecnológicos da fibra: Produtividade (PROD, kg.ha⁻¹); Produtividade de fibra (PRODF, kg.ha⁻¹); Porcentagem de fibra (PF, %); Peso de

um capulho (P1C, g); Comprimento (COMP, mm); Resistência (RES, gf tex⁻¹); Alongamento a ruptura (ELG, %); índice de micronaire (MIC); índice de fiabilidade (CSP), Barbalha - CE, 2019.....34

Tabela 9 - Estimativas dos Efeitos da Capacidade Específica de Combinação (Sij) para caracteres agronômicos e tecnológicos da fibra: (PROD – Produtividade; PRODF – Produtividade de fibra; PF – Porcentagem de fibra; P1C – Peso de um capulho; COMP – Comprimento; RES – Resistência; ELG – Alongamento a ruptura; MIC – índice de micronaire; CSP – índice de fiabilidade), Barbalha - CE, 2019.....36

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos.....	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	Importância econômica do algodão	14
3.2	Aspectos gerais da cultura do algodoeiro.....	15
3.3	Melhoramento genético do algodoeiro e sua importância para o Semiárido	17
3.4	Análises dialélicas em espécies vegetais cultivadas	18
4	METODOLOGIA	20
4.1	Caracterização da área experimental.....	20
4.2	Obtenção do material e tratamentos	20
4.3	Tratos culturais.....	20
4.4	Características avaliadas	21
4.5	Análise estatístico-genética	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) tem alto valor econômico em escala mundial para indústria têxtil, destacando-se como a principal fonte de fibra natural. Atualmente, em todo o mundo, são mais de 60 países que produzem essa cultura, distribuídos em todos os continentes, numa área superior a 35 milhões de hectares com uma produção de 24 milhões de toneladas de fibra, com destaque para Índia, China, Estados Unidos, Paquistão e Brasil, como os maiores produtores (USDA, 2018).

O Brasil ocupa o quarto lugar no ranking mundial dos maiores produtores de algodão em caroço (2.564,90 milhões de t), ficando atrás da China (6.040 milhões de t), Índia (5.800 milhões de t) e Estados Unidos (4.003,95 milhões de t). Além disso, é considerado o 2º maior exportador da fibra com 1.438,9 milhões de t, essa produção de algodão reflete em aumento de empregos, agregação de valor à matéria prima a ser produzida, e gera receita (ICAC 2019). Nesse contexto, sugere um aumento de cerca de 34% na safra 2018/19 em relação à safra anterior (CONAB 2019).

Os estados que mais produzem algodão no Brasil são Mato Grosso que representa 64 % da produção e a Bahia produzindo 25% da safra nacional (CONAB, 2019). Na região semiárida, uma alternativa economicamente viável é o cultivo do algodoeiro em condições de sequeiro, voltada para pequenos e médios produtores. A área plantada de algodão nessa região é pequena, devido à baixa produtividade ocasionada por alguns fatores, dentre os quais se destacam principalmente, o déficit hídrico, desorganização da cadeia produtiva e baixa adoção de sistemas mecanizados, favorecendo o aumento de custos com mão de obra (EMBRAPA, 2018).

No Nordeste brasileiro, a seca e a alta temperatura são fatores que podem provocar elevadas perdas na produção de algodão. Devido às crescentes mudanças climáticas é imprescindível que se desenvolva genótipos tolerantes aos diferentes estresses abióticos. Porém, o melhoramento não deve visar apenas a tolerância à seca, mas também ao equilíbrio da produção, ou seja, garantir aumento e manutenção do rendimento tanto em condições de estresse hídrico quanto em condições ótimas mediante a irrigação (ULLAH et al., 2017).

O programa de melhoramento de algodão, desenvolvido pela Embrapa, tem sido voltado para desenvolvimento de cultivares robustas, priorizando a produtividade, precocidade e qualidade da fibra (alto rendimento de fibras, fibras uniformes, finas e resistentes), além de maior adaptação as condições de semiárido, objetivos estes que se

assemelham a outros países da América Latina (FREIRE et al., 2008; VIDAL NETO e FREIRE, 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estimar as capacidades geral e específica de combinações entre genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) e selecionar os melhores genitores e suas respectivas combinações híbridas com maior produtividade e qualidade de fibra nas condições de semiárido.

2.2 Objetivos específicos

- Estimar as capacidades geral e específica de combinações entre dez genótipos de algodão;
- Identificar e selecionar os melhores genitores com as maiores capacidades geral de combinação para produtividade e qualidade de fibra;
- Identificar e selecionar as melhores combinações híbridas capazes de gerar progênie com as melhores produtividades e qualidade de fibra.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Importância econômica do algodão

A cotonicultura é uma das principais explorações agrícolas do Brasil e do mundo, empregando mais de um milhão de pessoas diretamente, somente nos setores industriais, e gerando, na indústria nacional, mais de US\$ 1,5 bilhão por ano, considerando o nosso país. Isto em função, da produção de fibras têxteis de importância mundial, possibilitando a elevação da balança econômica brasileira. Além da fibra (35% do peso da produção), o caroço ou semente (que representa os outros 65%), possui 20-25% de proteína bruta, é rico em óleo (18-25%), e assim, destinado para produção do óleo refinado, para a alimentação humana e fabricação de margarina, sabões e torta, farelo com a casca, e o *linter* do algodoeiro (CONAB, 2018).

Na cultura do algodoeiro se explora plantas, sementes e fibras, estas são utilizadas como matéria prima em distintos segmentos, como na indústria têxtil e de celulose, já as sementes são usadas na indústria alimentícia, na produção de ração animal, permitindo uma cadeia produtiva longa e complexa. A fibra é o principal produto do algodoeiro, contendo 94% de celulose. Trata-se de tricomas da semente, compostos por uma única célula que se projeta para fora da epiderme com paredes secundárias celulósicas espessadas (PAN et al., 2010).

O Brasil, segundo o ICAC (2019), ocupa o quarto lugar no ranking dos maiores produtores de algodão (*Gossypium* sp.) em caroço (2.564,90 milhões de t) do mundo, ficando atrás da China (6.040 milhões de t), Índia (5.800 milhões de t) e Estados Unidos (4.003,95 milhões de t). Destaca-se como maior produtor em regime de sequeiro e tem figurado também entre os maiores exportadores mundiais de algodão em pluma, tornando o cenário nacional bastante promissor (IBGE, 2018).

Além disso, o Brasil é considerado o 2º maior exportador da fibra com 1.438,9 milhões de t, contribuindo na elevação do setor econômico nacional (ICAC 2019). Nesse contexto, a estimativa para a safra 2019/2020 prevê valores acima de 6,7 milhões de toneladas, com incremento de 33,4% em relação à safra passada. Os estados brasileiros que mais produzem esta malvacea são o Mato Grosso que na safra 2018/2019 produziu 1,7 milhões de toneladas de pluma, Bahia com 597 mil toneladas de pluma e, Minas Gerais com 70 mil toneladas de pluma (CONAB 2019).

A região Nordeste é a segunda maior produtora de algodão do país, com um total de 377,8 mil hectares plantados na safra 2018/19, e uma produção de 664 mil toneladas de algodão em pluma. O estado da Bahia, é o mais representativo na região com 90 % da produção (597,6 mil toneladas de algodão em pluma produzidos), e uma área plantada de 332 mil hectares na safra 2018/19, o que corresponde a uma elevação de 19,9% sobre a safra 2017/18 (CONAB, 2019).

A Paraíba, juntamente com os estados do Maranhão, Piauí e Ceará, demonstrou acréscimo de 50% na área cultivada, passando de 0,4 a 0,6 mil hectares, com produtividade média de 1.000 kg.ha⁻¹ para algodão em caroço e 360 kg.ha⁻¹ de algodão em pluma (CONAB, 2019). Apesar do cultivo de algodão no semiárido ser uma alternativa para o desenvolvimento da região através da geração de emprego e renda, ainda é realizado em pequenas áreas. A baixa produtividade da cultura é reflexo dos fatores ambientais da região, a desorganização da cadeia produtiva, baixo incentivo financeiras e baixas tecnologias, como mecanização, elevando assim os gastos com mão de obra (EMBRAPA, 2018).

O cultivo do algodão já chegou a ser uma das atividades econômicas mais importantes no Nordeste brasileiro, gerando emprego para milhares de pessoas no campo, nas cidades e nas indústrias de beneficiamento. Contudo, a partir de 1980, o cultivo de algodão nessa região ficou inviabilizado, principalmente pelo aparecimento do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Bohem.). Contudo, no início de 2000 a lavoura de algodão se estabeleceu no Cerrado, do Centro-Oeste e do Nordeste, visando atender o mercado de fibra branca e no semiárido nordestino, para atender um novo nicho de mercado de fibras coloridas, advindas da agricultura familiar (CARVALHO et al., 2011).

3.2 Aspectos gerais da cultura do algodoeiro

O algodoeiro é uma planta dicotiledônea, que pertence à ordem Malvales, família Malvaceae, gênero *Gossypium*. Tem sua origem na região da divisa entre o México e a América Central. São reconhecidas 45 espécies diploides ($2n=2x=26$) e seis tetraploides ($2n=4x=52$), no entanto, somente quatro são exploradas comercialmente: *G. herbaceum* e *G. arboreum* (diploides), originárias do Velho Mundo; e *G. hirsutum*, cerca de 90% das fibras de algodão comercializados são provenientes dessa espécie e *G. barbadense* (tetraploides), vindas do Novo Mundo, sendo estas duas últimas as mais exploradas mundialmente (FREIRE, 2014).

O algodoeiro herbáceo é cultivado em grande escala, tem ciclo anual e crescimento indeterminado, intermeando eventos vegetativos que compreende as etapas de germinação, emergência, desenvolvimento de parte aérea e raízes, e reprodutivos, fase de florescimento, frutificação e maturação, com produção variável de capulho. Apresenta flores completas, sendo hermafrodita, ou seja, com gametófito feminino e masculino na mesma flor. É classificado como uma planta de reprodução intermediária, e o principal meio de propagação da cultura é por intermédio de sementes (BELTRÃO e SOUZA, 2001).

A fenologia do algodoeiro herbáceo é dividida em fases: a fase vegetativa (V), vai da emergência da plântula até a formação de folhas; A fase de botão floral (B) referi-se a formação do primeiro botão floral (período de 30 a 40 dias após a germinação - DAG); Seguido da fase de florescimento (F), que ocorre quando o primeiro botão floral se transforma em flor, compreendendo um período de 35 a 60 DAG; A fase de abertura de capulhos (C), ocorre quando a primeira maçã transforma-se em capulho, vai dos 60 a 110 DAG. E a fase de colheita pode variar, por um período de até 120 dias em variedades mais precoces, e mais de 170 dias em genótipos mais tardios (SOUZA et al., 2008).

Quando inicia a formação de botões, aumenta o crescimento em altura e em acúmulo de matéria seca pela planta (BAKER e LANDIVAR, 1991). O crescimento das primeiras flores se abre no primeiro nó do primeiro ramo frutífero, seguindo uma ordem em espiral em todos os ramos. Na formação dos primeiros capulhos, ocorre uma elevada competição energética entre capulho e parte aérea, devido ao crescimento simultâneo de parte vegetativa e reprodutiva. Nessa fase ocorre redução no crescimento vegetativo, favorecendo uma maior fixação das maçãs, que estão em processos de maturação atingindo um alto rendimento (ORGAZ, 1991).

No processo de fecundação, as fibras do algodão se formam a partir das células epidérmicas da semente, que são derivadas dos órgãos florais, chamado de tricomas (ZHANG et al., 2013). As fibras se formam de uma única célula que se alonga aproximadamente 1 mm por dia, até atingir seu tamanho final, que depende da cultivar e condições edafoclimáticas. Em cada semente são formadas milhares de fibras, onde o número, comprimento e espessura variam em função do genótipo. Na espécie *G. hirsutum* o número de fibras de uma única semente pode variar de 7000 a 15000 (FELTRIN, 2007).

3.3 Melhoramento genético do algodoeiro e sua importância para o Semiárido

O melhoramento genético do algodão teve início no Brasil por volta de 1921, a partir da reativação do Serviço Federal do Algodão pelo Ministério da Agricultura, onde o principal objetivo desse programa era dar assistência aos agricultores. Os trabalhos de melhoramento genético começaram de fato em 1924, quando o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), criou a Seção do Algodão. De início, os trabalhos foram de acordo com a necessidade da época voltados para produtividade e comprimento da fibra (MOREIRA e SANTOS, 1994; CARVALHO, 2008; FREIRE, 2015).

Existem vários métodos de melhoramento do algodoeiro, dentre eles os principais são: seleção massal, seleção genealógica, seleção pedigree-massal, seleção recorrente, hibridação e retrocruzamento. A seleção genealógica é o método mais usado para obtenção da maioria das cultivares latino-americanas, que consiste na seleção individual de plantas, segundo as características fenotípicas, com estudo posterior das progênies, predominantemente autofecundadas (FREIRE, 2014). A maneira mais efetiva de expandir a base genética é a partir da hibridação, que permite variabilidade suficiente para manter um programa de melhoramento genético (CARVALHO, 2018).

A exigência por novos cultivares de algodoeiro faz parte do processo de desenvolvimento e crescimento da cotonicultura nas várias regiões do Brasil (inclusive a região Nordeste), levando os melhoristas a empregarem a hibridação para obter cultivares com melhores qualidades agronômicas e tecnológicas de fibra, atendendo a indústria têxtil e os produtores (PEDROSA et al., 2001; QUEIROZ, 2017). O desempenho das culturas é fortemente influenciado pelas condições climáticas, entre elas a temperatura que desempenha papel fundamental na decisão do tempo de semeadura e, na duração das fenofases críticas. Possibilitando manipular eventos fenológicos aumentando a produtividade das culturas em determinado conjunto de condições climáticas (HUSSAIN et al., 2012; AWAN et al., 2016).

Além da busca por características relacionadas a qualidade da fibra, tem-se focado na obtenção de variedades mais precoces e resistentes ao clima semiárido. De acordo com o sistema de produção da Embrapa (2017), atualmente existem vários cultivares que podem ser utilizados para plantio na região semiárida do Nordeste, com destaque as fibras brancas BRS 416, BRS 286, BRS 336, BRS AROEIRA e as de fibras coloridas BRS RUBI, BRS SAFIRA, BRS TOPÁZIO, BRS JADE, BRS VERDE e BRS 200 (CARVALHO et al., 2011). Além das citadas, também tem as variedades transgênicas como a BRS 368 RF, BRS 369 RF, BRS 370 RF, BRS 371 RF, resistentes ao glifosato (MORELLO et al., 2013). As BRS 430 B2RF; BRS

432 B2RF, com grande potencial produtivo, resistência a lagartas e tolerância ao glifosato, e a variedade BRS FL 433 B2RF, primeiro algodão transgênico de fibra longa, com qualidade superior para fabricação de roupas.

Nos programas de melhoramento genético, tanto do algodoeiro como das demais espécies, são adotadas estratégias que dependem de uma análise genética das características de interesse, beneficiando o conhecimento das relações genéticas dos indivíduos envolvidos nos cruzamentos, com isso os cruzamentos dialélicos são necessários para estimação das melhores combinações entre os genitores e das populações segregantes (BALDISSERA et al., 2012).

3.4 Análises dialélicas em espécies vegetais cultivadas

O termo dialélico é usado para representar um conjunto de $p(p-1)/2$ híbridos, que resulta de cruzamento entre “p” genitores, que pode incluir os híbridos recíprocos, além dos pais e/ou, outras gerações associadas, como F2’s e retrocruzamentos (CRUZ e REGAZZI, 1994). A análise dialélica tem o objetivo de avaliar o delineamento genético, provendo estimativas de parâmetros necessários na seleção de genitores para hibridação e no entendimento dos resultados genéticos envolvidos na determinação de caracteres.

A análise dialélica é extremamente importante para o melhoramento genético, pois permite a recombinação da variabilidade genética disponível, possibilitando a obtenção de novos genótipos (GERALDI e MIRANDA FILHO, 1988) e a verificação do controle genético de características quantitativas. Permitindo assim, estimar a habilidade de combinação dos genitores (SPRAGUE e TATUM, 1942), promovendo a escolha correta dos mesmos, com caracteres necessários para obtenção de linhagens superiores (RÊGO et al., 2012).

Os genitores devem ser escolhidos embasados nas informações genéticas e no potencial da capacidade combinatória (NÓBREGA, 2008). Os cruzamentos dialélicos são vastamente usados por melhoristas de plantas, pois facilita identificar as combinações mais apropriadas em função dos caracteres que se deseja fixar no melhoramento. Os efeitos obtidos permitem estimar a capacidade que os genitores têm de se combinarem (RAMALHO et al., 2001).

A análise dialélica possibilita estimar vários parâmetros no melhoramento genético, que são variâncias genéticas aditivas e dominantes, o grau médio de dominância, a distribuição dos alelos nos genitores e a herdabilidade (sentido amplo e restrito), indicando ainda os limites teóricos de ganhos de seleção. Com essas estimativas, permitem-se calcular a

capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica (CEC), os efeitos de variedades e da heterose varietal (GRIFFING, 1956; VIEIRA, 2006).

A CGC indica como está o comportamento médio de um genitor relacionado as várias combinações híbridas, nesse caso, ação gênica predominante é aditiva. Já com a CEC é possível conhecer as combinações superiores ou inferiores ao valor médio determinado pela CGC; os efeitos gênicos são não aditivos, predominantemente, assim indicando existência ou não de dominância unidirecional e da heterose varietal (CRUZ et al., 2004; AKISCAN e GENCER, 2014).

Segundo Cruz et al. (2004), há vários tipos de análises dialélicas, onde são citados 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 populações de autofecundação ou de cruzamento, que facilite a análise e interpretação (HINZE et al., 2011).

O modelo de análise proposto por Griffing (1956), é apresentado em quatro métodos, que são: **1** - são avaliadas as p^2 combinações (genitores, F1's e recíprocos); **2** - onde se avaliam as $p(p+1)/2$ combinações (genitores e F1's); **3** - avaliam-se apenas 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).

Segundo Queiroz (2017), os genótipos CNPA 04-2080, IAC 26 e FM 993 utilizados em seus trabalhos, exibiram as maiores estimativas da capacidade geral de combinação para a produtividade, porcentagem e produtividade de fibras, acompanhados de médias altas, indicados assim, para os programas de melhoramento. Enquanto que, o genótipo TAM B 139-17 apresentou as maiores estimativas da capacidade geral de combinação para a maioria das características tecnológicas da fibra.

Para Vasconcelos (2016), as combinações híbridas mais promissoras a partir de suas análises foram BRS RUBI x CNPA 5M, BRS 286 x CNPA 5M e BRS 286 x BRS SERIDÓ, pois apresentaram melhor complementaridade para produtividade, destacando-se ainda em outras características associada às maiores médias, capacidade específica de combinação (CEC) alta e com pelo menos um dos pais com alta capacidade geral de combinação (CGC), permitindo gerar genótipos superiores, proporcionando ganhos genéticos expressivos no processo seletivo.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido durante o segundo semestre do ano de 2019, na estação experimental da Embrapa Algodão, na cidade de Barbalha, CE, cujas coordenadas geográficas são: 07° 18' 20" S e 39° 18' 09" W, localizada na microrregião do Cariri cearense, a 415 metros de altitude (SILVA et al., 2013). O solo local é composto pela associação de Latossolos Vermelho-Distróficos (ARAÚJO et al., 2013).

4.2 Obtenção do material e tratamentos

Para o experimento foi utilizado um conjunto, composto por 24 híbridos F3's, obtidos a partir de cruzamento dialélico parcial (Tabela 1). Os cruzamentos de materiais envolveram dois grupos com características distintas: o Grupo 1 com genótipos que apresentam alta produtividade e elevada qualidade de fibra e o Grupo 2 com materiais já adaptados às condições de sequeiro de ambiente semiárido. Os genótipos do Grupo 1 foram utilizados como genitores femininos e os genótipos do Grupo 2 como genitores masculinos.

As sementes usadas foram obtidas por meio da colheita de dois capulhos autofecundados (F₃), de cada planta da geração F₂ de acordo com a metodologia de *Bulk* dentro de famílias. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, e mais dois tratamentos que serviram como testemunhas (cultivares BRS 286 e BRS 416). A parcela foi constituída por duas fileiras de 5 m, onde as sementes foram semeadas no espaçamento de 0,80 m entre linhas com 7 plantas por metro linear, totalizando uma área útil 8 m² e densidade populacional de 70 plantas/parcela.

4.3 Tratos culturais

O experimento foi instalado seguindo as recomendações de manejo para a cultura e adubação com base nas análises de solo do local. A irrigação por aspersão foi constante pra suprir a necessidade da cultura durante todo o ciclo. Para evitar o aparecimento de plantas daninhas foi usado o Herbadox e Diuron em pré-emergência, e Staple, Envoke e Podium em pós-emergência, e no combate a *Bemisia tabaci* (mosca branca) foi feito aplicações com Actara (Thiamethoxam) de acordo com as necessidades da cultura.

Tabela 1. Esquema do cruzamento dialélico parcial envolvendo genitores de elite (G1), tolerantes a seca (G2) e seus respectivos híbridos (F3's), segundo metodologia de dialelos parciais, proposta por Geraldi e Miranda Filho (1988).

GRUPO 1	GRUPO 2			
	7 - BRS	8 - BRS	9 - BRS	10 -
	286	293	AROEIRA	GUAZUNCHO2
1 - CNPA 2009 152	H _{1x7}	H _{1x8}	H _{1x9}	H _{1x10}
2 - BRS 416	H _{2x7}	H _{2x8}	H _{2x9}	H _{2x10}
3 - BRS 336	H _{3x7}	H _{3x8}	H _{3x9}	H _{3x10}
4 - CNPA BA 2009 2270	H _{4x7}	H _{4x8}	H _{4x9}	H _{4x10}
5 - CNPA BA 2009 2247	H _{5x7}	H _{5x8}	H _{5x9}	H _{5x10}
6 - CNPA BA 2010 1366	H _{6x7}	H _{6x8}	H _{6x9}	H _{6x10}

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

4.4 Características avaliadas

Foram analisadas as seguintes características agrônômicas após o período da colheita: produtividade de algodão em caroço (PROD, kg.ha⁻¹), produtividade em pluma (PRODF, kg.ha⁻¹), peso de um capulho (PIC, g) e percentagem de fibra (PF, %). As seguintes características da fibra foram estimadas a partir de 20 capulhos (amostra padrão): comprimento (COMP, mm), resistência (RES, gf tex⁻¹), alongamento a ruptura (ELG, %), índice de micronaire (MIC) e índice de fiabilidade (CSP). As análises da fibra foram realizadas no laboratório de fibras da Embrapa Algodão, com auxílio do equipamento HVI (Uster HVI 1000).

4.5 Análise estatístico-genética

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional GENES versão 1990. 2019. 63 (CRUZ, 2013). 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, e dialélica, cujos esquemas e modelos são descritos abaixo.

4.5.1 Análise de variância individual

Na análise de variância individual usou-se o modelo proposto por Cruz et al., (2012), e o esquema é observado na Tabela 2.

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

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.

Tabela 2. Esquema da análise de variância individual, segundo Cruz et al., (2012).

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

Fonte: CRUZ, et al., Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Vol 1. Viçosa: UFV, 2012

4.5.2 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 (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 F1'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; no texto também

ϵ_{ij} : erro experimental médio.

Na tabela a seguir encontra-se o esquema usado para as análises dialélicas segundo Cruz et al., (2012).

Tabela 3. Esquema da análise de variância do dialelo, segundo Cruz et al., (2012).

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	$pq-1$	SQT		
CGC (G1)	$p-1$	SQ(CGC1)	QMG1	QMG1/QMR
CGC (G2)	$q-1$	SQ(CGC2)	QMG2	QMG2/QMR
CEC I x II	$(p-1)(q-1)$	SQCEC	QMS	QMS/QMR
Resíduo	M	SQ	QMR	

Fonte: CRUZ, et al., Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Vol 1. Viçosa: UFV, 2012

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as características agronômicas avaliadas, foram observadas diferenças significativas a 1% de probabilidade pelo teste F entre os híbridos F₃, evidenciando que os mesmos apresentam variabilidade para estas características (Tabelas 4 e 5). Ainda, nas mesmas estão presentes as médias, coeficientes de variação (CV) e estimativas para herdabilidade (h²).

Tabela 4 – Análise de variância individual das características agronômicas: produtividade de algodão em caroço (PROD, kg.ha⁻¹), produtividade em pluma (PRODF, kg.ha⁻¹), peso de um capulho (P1C, g) e percentagem de fibra (PF, %), Barbalha – CE, 2019.

FV	GL	QMR			
		PROD	PRODF	PF	P1C
BLOCOS	3	93575,63	34970,11	3,41	0,27
GENÓTIPOS	25	1386865,87**	266900,51**	13,81**	1,24**
RESÍDUO	75	338475,49	74249,29	2,03	0,58
MÉDIA		4577,71	1921,38	41,97	6,77
CV %		12,71	14,18	3,40	11,24
h ² %		75,59	72,18	85,27	53,35

** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

Tabela 5 – Análise de variância individual, parâmetros tecnológicos da fibra: comprimento (COMP, mm), resistência (RES, gf tex⁻¹), alongamento a ruptura (ELG, %), índice de micronaire (MIC), e índice de fiabilidade (CSP), Barbalha – CE, 2019.

FV	GL	QMR				
		COMP	RES	ELG	MIC	CSP
BLOCOS	3	2,34	1,15	0,10	0,13	115818,47
GENÓTIPOS	25	4,22**	6,95**	0,57**	0,13*	106077,31**
RESÍDUO	75	1,06	1,76	0,18	0,07	49316,68
MÉDIA		30,28	33,94	5,53	4,28	3123,86
CV %		3,40	3,91	7,67	6,13	7,11
h ² %		74,89	74,62	68,38	47,87	53,51

** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

A precisão experimental representada pelo CV variou entre 3,40% (%FIBRAS) e 14,18% (PRODF), sugerindo confiabilidade experimental. O CV varia em função das condições de cada experimento, principalmente em campo, onde se torna complexo controlar

todos os fatores que atuam sobre os genótipos. Assim as variações mais elevadas observadas nesse trabalho podem ser justificadas pelos fatores externos que atuam diretamente no ciclo da cultura (Tabelas 4 e 5).

O CV é usado como estimativa do erro experimental tendo como base a média geral. Então, quanto menor o CV, maior será a precisão e confiabilidade dos dados, que reflete em melhor qualidade do experimento. Sugerindo que as menores diferenças entre estimativas de médias serão significativas (CARGNELUTTI FILHO e STORCK, 2007). A classificação do CV proposta por Pimentel Gomes (2009), sugere: baixos, quando inferiores a 10%; médios, entre 10 e 20%; altos, entre 20 e 30%; e muito altos, quando são superiores a 30%.

Nas Tabelas 4 e 5, foram observados CV's abaixo de 10% nos parâmetros: PF, COMP, RES, ELG, MIC e CSP, sendo considerados baixos, indicando adequada precisão experimental, entretanto PROD, PRODF e P1C, foram considerados médios com valores entre 10% e 20%, porém não chegam a descaracterizar a precisão do experimento, de acordo com Pimentel Gomes (2009).

Em trabalhos com dialelo realizados por Vasconcelos (2016) e Queiroz (2017), foram observados valores de CV semelhantes aos deste trabalho, os autores obtiveram uma adequada precisão experimental, e CV's classificados como baixos e médios entre as características agronômicas e tecnológicas da fibra.

As estimativas de herdabilidade (h^2), observadas nas Tabelas 4 e 5, mostram uma variação de 47,87% (MIC) à 85,27% (PF). Segundo Cruz et al. (2012), a herdabilidade é a extensão da variância fenotípica atribuída à causa genética, além de muito importante para uma estratégia eficaz de seleção. Os valores de herdabilidade considerados desejáveis segundo Bonifacio et al. (2015), são acima de 70%, porém esse valor pode variar de acordo com a espécie, característica avaliada e condições ambientais.

Pode-se observar nas Tabelas 4 e 5, que PROD, PRODF, PF, COMP e RES apresentaram valores acima de 70% sendo esses desejáveis, já P1C, ELG, MIC e CSP demonstraram valores abaixo do desejado. Tais resultados podem ser atribuídos à variabilidade genética presente nos indivíduos resultantes de cruzamentos. Em ensaio realizado por Carvalho et al. (2016), avaliando linhagens derivadas do cruzamento entre Guazuncho2 e Acala SJ4 de fibra longa, obteve-se valores de h^2 em torno de 90%, sugerindo uma confiabilidade na seleção dos genótipos de algodão de elite.

Na Tabela 6, encontram-se o agrupamento das médias para as variáveis avaliadas a partir do teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade. Todos os parâmetros formaram grupos, confirmando assim a variabilidade dos genótipos para estas características. Observa-

se na Tabela 6, que para produtividade em caroço e fibra (PROD e PRODF) formaram-se 2 e 3 grandes grupos, respectivamente. Os tratamentos que se destacaram foram: CNPA BA 2009 2247 x BRS 293 (**H_{5x8}**), CNPA 2009 152 x BRS 293 (**H_{1x8}**), CNPA BA 2009 2270 x BRS 293 (**H_{4x8}**) e CNPA 2009 152 x GUAZUNCHO (**H_{1x10}**), com valores de PROD e PROF maiores que 5400 kg.ha⁻¹ e 2300 kg.ha⁻¹ respectivamente.

Segundo Silva Neto et al. (2016), os resultados de ensaios em programas de melhoramento permitem apontar o uso cultivares com potencial produtivo, apresentando produtividade superior a 2000 kg.ha⁻¹ de algodão em fibra. Carvalho et al. (2019), conseguiu produtividade acima de 3800 kg.ha⁻¹ de algodão em caroço, maior que 1600 kg.ha⁻¹ de algodão em fibra. Já Silva (2019), avaliando linhagens finais de algodoeiro herbáceo, obteve produtividades maiores que 6500 kg.ha⁻¹ e 2500 kg.ha⁻¹ de caroço e fibra, respectivamente.

Tabela 6 - Classificação das médias segundo o teste de Scott e Knott (1974) para produtividade de algodão: em caroço (PROD, kg.ha⁻¹), e em pluma (PRODF, kg.ha⁻¹); peso de um capulho (PIC, g) e percentagem de fibra (PF, %), comprimento (COMP, mm), resistência (RES, gf tex⁻¹), alongamento a ruptura (ELG, %), índice de micronaire (MIC), e índice de fiabilidade (CSP), Barbalha – CE, 2019.

TRAT	PROD	PRODF	PF	PIC	COMP	RES	ELG	MIC	CSP
H_{1x7}	3689,17 b	1592,31 c	43,90 a	5,90 b	29,15 c	34,22 a	6,10 a	4,40 a	3125,00 a
H_{1x8}	5477,08 a	2371,63 a	42,22 a	7,20 a	29,97 b	34,12 a	5,95 a	4,15 b	3134,00 a
H_{1x9}	4877,50 a	2002,25 b	41,00 b	6,92 a	30,42 a	34,40 a	5,25 b	4,20 b	3308,00 a
H_{1x10}	5404,58 a	2226,55 a	41,45 b	6,65 b	28,52 c	32,65 b	5,92 a	4,00 b	2878,00 b
H_{2x7}	3806,67 b	1659,51 c	43,92 a	6,05 b	28,65 c	32,12 b	5,65 a	4,30 b	2832,25 b
H_{2x8}	4438,75 b	1938,20 b	44,32 a	6,57 b	29,72 b	32,90 b	5,82 a	4,52 a	2937,25 b
H_{2x9}	4750,42 a	2033,38 b	42,47 a	6,30 b	30,02 b	33,82 a	5,37 b	4,17 b	3091,25 b
H^{2x10}	4972,08 a	2082,55 b	41,97 b	7,35 a	28,32 c	29,20 c	5,15 b	4,02 b	2715,25 b
H_{3x7}	4990,83 a	2078,53 b	41,55 b	5,70 b	31,92 a	35,72 a	5,32 b	4,40 a	3313,25 a
H_{3x8}	4727,50 a	1966,75 b	41,50 b	6,32 b	31,92 a	33,32 a	5,45 b	4,35 a	3075,75 b
H_{3x9}	4825,83 a	1874,79 c	38,62 c	7,02 a	31,60 a	35,67 a	4,80 b	4,25 b	3378,75 a
H_{3x10}	4030,00 b	1609,32 c	39,95 c	6,47 b	30,22 a	33,47 a	5,55 a	4,50 a	3039,25 b
H_{4x7}	4451,67 b	1894,77 c	42,72 a	6,57 b	29,82 b	33,95 a	5,70 a	4,30 b	3112,25 a
H_{4x8}	5414,58 a	2337,03 a	43,07 a	6,80 a	30,75 a	34,12 a	5,95 a	4,25 b	3286,25 a
H_{4x9}	4960,00 a	1965,70 b	40,20 c	6,45 b	31,75 a	34,25 a	5,30 b	4,17 b	3228,50 a
H_{4x10}	4864,17 a	1927,47 b	39,45 c	7,27 a	30,37 a	32,70 b	5,42 b	4,20 b	3019,75 b
H_{5x7}	3920,83 b	1736,96 c	44,65 a	7,02 a	29,92 b	34,77 a	5,97 a	4,60 a	3043,25 b

Tabela 6, continuação;

H_{5x8}	5662,08 a	2513,28 a	43,90 a	7,27 a	31,20 a	34,70 a	5,82 a	4,45 a	3328,75 a
H_{5x9}	4163,75 b	1627,98 c	38,97 c	6,90 a	30,60 a	34,60 a	5,05 b	4,22 b	3187,00 a
H_{5x10}	4600,83 a	1855,44 c	40,40 c	7,87 a	30,62 a	34,52 a	5,45 b	4,20 b	3266,75 a
H_{6x7}	3579,17 b	1572,93 c	43,25 a	6,25 b	30,10 b	35,50 a	5,85 a	4,57 a	3177,50 a
H_{6x8}	4125,00 b	1831,24 c	44,52 a	7,67 a	31,30 a	34,52 a	6,05 a	4,20 b	3269,25 a
H_{6x9}	4677,92 a	1982,40 b	41,82 b	6,32 b	30,35 a	33,57 a	4,90 b	4,22 b	3043,00 b
H_{6x10}	3596,67 b	1510,81 c	41,10 b	7,62 a	30,52 a	34,45 a	5,12 b	3,82 b	3165,75 a
T1	4376,67 b	1696,92 c	39,52 c	7,00 a	32,00 a	34,80 a	5,07 b	4,42 a	3223,75 a
T2	4636,67 a	2067,28 b	44,70 a	6,40 b	28,67 c	34,32 a	5,72 a	4,42 a	3041,00 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

A variação na produtividade pode ser justificada, principalmente pela presença de um grande número de genes presentes nessa característica agrônômica e pela alta influência ambiental neles.

No percentual de fibras (PF) os tratamentos que exibiram melhores resultados foram: o BRS 416 e os cruzamentos CNPA BA 2009 2247 x BRS 286 (**H_{5x7}**), CNPA BA 2010 1366 x BRS 293 (**H_{6x8}**). Em relação ao peso de um capulho (P1C), destacaram-se como os melhores tratamentos CNPA BA 2009 2247 x GUAZUNCHO (**H_{5x10}**), CNPA BA 2010 1366 x BRS 293 (**H_{6x8}**) e CNPA BA 2010 1366 x GUAZUNCHO (**H_{6x10}**). Segundo Carvalho et al. (2015a), o peso médio do capulho está associado com a porcentagem de fibra, sendo componente de produção.

Dentre os valores médios de comprimento da fibra (COMP), o tratamento T1 (BRS 416) foi o que apresentou maior média, seguido dos híbridos BRS 336 x BRS 286 (**H_{3x7}**), CNPA BA 2009 2270 x BRS AROEIRA (**H_{4x9}**). Porém, praticamente todos os tratamentos obtiveram valores que se enquadram com classificação de fibras médias (29 a 32 mm).

Em relação a resistência de fibra (RES) os tratamentos que apresentaram maiores valores médios foram: BRS 336 x BRS 286 (**H_{3x7}**), BRS 336 x BRS AROEIRA (**H_{3x9}**), CNPA BA 2010 1366 x BRS 286 (**H_{6x7}**), com valores 35,72 gf/tex; 35,67 gf/tex; 35,50 gf/tex respectivamente. Para o mercado de exportação, uma variedade de algodão deve ter uma resistência mínima de 28 gf/tex. Em trabalho desenvolvido por Queiroz (2017) com dialelo balanceado, o mesmo obteve resultados de resistência de fibra superior (36,15 gf/tex) para todos os tratamentos.

No Brasil existe um padrão de fibra das cultivares de algodão, onde o comprimento médio tem valores entre 29 mm e 31 mm, com uma resistência da fibra variando entre 28 gf/tex a 32,2 gf/tex e alongamento a ruptura maior que 7 (VIDAL NETO E FREIRE, 2013). A partir dos resultados de ensaios em programas de melhoramento é possível apontar o uso cultivares com qualidade superando 32,5 mm de comprimento e 33 gf/tex de resistência (SILVA NETO et al., 2016).

Na característica alongamento a ruptura (ELG), teve como destaque os tratamentos CNPA 2009 152 x BRS 286 (**H_{1x7}**), CNPA BA 2010 1366 x BRS 293 (**H_{6x8}**), CNPA BA 2009 2247 x BRS 286 (**H_{5x7}**), tendo como resultados as seguintes respectivas médias 6,10; 6,05 e 5,97 (Tabela 6). Em pesquisa realizada por Carvalho et al. (2019), usando dialelo parcial para seleção de genótipos com alta porcentagem de fibras, alcançaram valores médios tanto de comprimento (34,93 mm), como alongamento (5,25) de fibras aproximados, porém abaixo dos encontrados neste trabalho.

Para índice de micronaire (MIC), praticamente todos os tratamentos ficaram dentro do aceito pela indústria têxtil, uma vez que o mercado exige fibras dentro da faixa de 3,50 a 4,50. Apenas os cruzamentos CNPA BA 2009 2247 x BRS 286 (**H_{5x7}**) e CNPA BA 2010 1366 x BRS 286 (**H_{6x7}**), com os respectivos valores médios, 4,60 e 4,57 ficaram acima do esperado. Em trabalho realizado por Carvalho et al. (2019), os valores de MIC encontrados, foram acima da faixa exigida, onde apenas um genótipo ficou na faixa do aceitável, influenciado pelas condições ambientais, fato que pode justificar os valores encontrados neste trabalho.

O índice de micronaire é muito importante para o processamento da fibra do algodão, pois grandes diferenças desta característica podem levar a variações e reduções da qualidade da fibra (MARTH et al., 1952; KENNAMER et al., 1956). O Micronaire refere-se a maturidade e finura da fibra, que por sua vez é influenciada pela temperatura (ZUMBA et al. 2017). Elevadas ou baixas temperaturas, atuam diretamente sobre a síntese de celulose, a maturidade e o alongamento das fibras, isso pode resultar em fibras de baixa qualidade (ROBERTS et al. 1992).

Para a característica de índice de fiabilidade (CSP), os híbridos em destaque são BRS 336 x BRS AROEIRA (**H_{3x9}**), CNPA BA 2009 2247 x BRS 293 (**H_{5x8}**), BRS 336 x BRS 286 (**H_{3x7}**). Segundo Vidal Neto e Freire (2013), são desejados valores de CSP maiores que 2200, com isso todos os tratamentos atenderam essa exigência. Resultados semelhantes foram encontrados por Vasconcelos (2016) e Carvalho et al. (2019), que corroboram com os da presente pesquisa.

Na Tabela 7, estão presentes as estimativas de capacidade geral de combinação (C.G.C.) e capacidade específica de combinação (C.E.C.) baseada no desdobramento dos quadrados médios das variáveis, onde é possível verificar efeito significativo para todas as características na CGC GI, com exceção da variável (MIC). Já para CGC GII, todos foram significativos. Com isso pode-se apontar que pelo menos um pai foi superior ao outro e a predominância de ação gênica aditiva no controle da maioria dos caracteres avaliados. Para a CEC os resultados foram significativos para PROD, PRODF e RES, sugerindo que pelo menos um híbrido foi superior ao outro, tomando como base o desempenho médio dos híbridos. As proporções dos quadrados médios não indicam a importância relativa dos componentes de variação genética, porém os valores de F, significativos para CGC e CEC, indicam a presença de variabilidade decorrente da ação aditiva e não aditiva dos genes (CRUZ et al., 2012)

Observa-se que os valores da C.G.C. do GI foram superiores ao da C.E.C. para todos os caracteres nesta pesquisa, evidenciando a predominância da ação gênica aditiva. Porém os valores da C.G.C. do GII foram maiores do que o da C.G.C. GI para quase todas as características, exceto para comprimento (COMP), resistência (RES) e índice de fiabilidade (CSP) evidenciando que os genitores utilizados no GII contribuíram mais para características agronômicas e tecnológicas da fibra do que os genitores do GI, como era esperado, pois são materiais lançados mais recentemente e de maior uso comercial, que apresentam características agronômicas e de qualidade de fibra superiores.

Vasconcelos et al. (2018), verificaram efeito significativo da C.G.C. nos grupos I e II, de seus estudos, indicando efeitos aditivos no controle das características de altura de plantas, produtividade de algodão em caroço e porcentagem de fibras. Para a C.E.C. nenhum resultado significativo foi encontrado, exceto no peso de um capulho, indicando efeito não adicional, ou seja, efeito de dominância nas demais características. Estudos sugerem que as estimativas da C.G.C. detectaram contribuições distintas dos pais para melhorar as características dos híbridos.

Segundo Queiroz (2017), em seu estudo com dialelo, todas as características avaliadas tiveram significância dos quadrados médios para C.G.C. Os quadrados médios da CGC foram maiores que os da C.E.C., exceto para produtividade de algodão em fibra, apontando assim, predominância da ação gênica aditiva para maioria das características.

Segundo Karademir e Gencer (2010), valores de C.G.C. superiores aos da C.E.C. para os caracteres UHM, ELG e MIC, indicam predominância de aditividade dos genes. E para RES e UNF, os valores da C.E.C. superiores a C.G.C., apresentam influência de genes dominantes desses caracteres.

Tabela 7 - Quadrados médios da Capacidade Geral Combinatória (CGC) e Capacidade Específica Combinatória (CEC), (Método de Griffing 1956), para caracteres agronômicos e tecnológicos da fibra: Produtividade (PROD, kg.ha⁻¹); Produtividade de fibra (PRODF, kg.ha⁻¹); Porcentagem de fibra (PF, %); Peso de um capulho (PIC, g); Comprimento (COMP, mm); Resistência (RES, gf tex⁻¹); Alongamento a ruptura (ELG, %); índice de micronaire (MIC); índice de fiabilidade (CSP), Barbalha - CE, 2019.

FV	GI	QUADRADO MÉDIO								
		PROD	PRODF	PF	PIC	COMP	RES	ELG	MIC	CSP
CRUZAMENTOS	23	1499682,95	277600,31	12,67	1,31	3,63	7,38	0,57	0,14	112370,06
C.G.C. G-I	5	1764134,47**	219599,43*	15,34**	1,57*	8,97 **	15,82**	0,47*	0,11 ns	220511,24**
C.G.C. G-II	3	3432100,39**	695821,09**	57,52**	4,14**	6,03 **	12,89**	2,68**	0,42**	173182,14*
C. E. C. IxII	15	1025048,95**	213289,78**	2,81 ns	0,66 ns	1,37 ns	3,47*	0,19 ns	0,09 ns	64160,58 ns
RESIDUO	75	338475,49	74249,28	2,03	0,58	1,06	1,76	0,18	0,07	49316,68
MÉDIA		4583,63	1924,66	41,96	6,77	30,27	33,89	5,54	4,27	3123,17
DP		59,38	27,81	0,15	0,08	0,10	0,14	0,04	0,03	22,66

“ns” não significativo, ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

Na Tabela 8, se encontram as estimativas da C.G.C. para os genótipos componentes dos grupos I (GI) e II (GII), baseada nas características agrônômicas e tecnológicas da fibra. Segundo Carvalho et al. (2010), os genitores com elevadas estimativas de C.G.C. são indicados para programas de melhoramento, pois essas estimativas quando são altas, tem relação com os efeitos aditivos dos genes e proporcionam maiores ganhos nos períodos de seleção.

Foi observado que no GI, o genitor CNPA BA 2009 2270 se destacou para PROD, já para PRODF foi o CNPA 2009 152 (que também foi o melhor para ELG), onde contribuíram para elevar $338,98 \text{ kg.ha}^{-1}$ e $123,53 \text{ kg.ha}^{-1}$, respectivamente. Para o PF o genitor BRS 416 teve destaque elevando 1,22 % o percentual de fibras. O genitor CNPA BA 2009 2247 contribuiu elevando 0,50 g para PIC e $0,76 \text{ gf tex}^{-1}$ para RES, sobressaindo em relação aos demais. O COMP teve uma elevação de 0,83 mm, proveniente do genitor BRS 336, sendo a maior contribuição nessa característica no GI. Já MIC e CSP não tiveram diferença significativa, porém em CSP o genitor BRS 416 teve uma elevada contribuição negativa, ou seja, reduzindo essa característica.

No Grupo II, o BRS 293 contribuiu para elevação de PROD, PRODF e ELG, com os respectivos valores $390,54 \text{ kg.ha}^{-1}$; $235,03 \text{ kg.ha}^{-1}$ e 0,30%. O genitor BRS 286 elevou em 1,38% o PF, porém ajudou na elevação do MIC. Já o BRS 293 aumentou o PF em 1,30% e não influenciou no MIC. O genitor que se destacou no aumento do COMP, RES e CSP (0,52 mm; $0,50 \text{ gf tex}^{-1}$ e 82,92) foi o BRS AROEIRA. Já o GUAZUNCHO colaborou no aumento do PIC elevando 0,44 g, e contribuiu para reduzir MIC, pois teve um elevado valor negativo.

Na escolha de alguns genitores para programas de melhoramento, as estimativas da C.G.C. são muito importantes, pois permitem obter informações sobre a concentração de genes com efeitos aditivos, necessários para as metodologias de seleção. Quando os valores são elevados e positivos indicam maior contribuição para expressão do caráter na geração seguinte, já os valores negativos e altos contribuem com a diminuição de sua manifestação (HINZE et al., 2011).

Tabela 8 - Estimativas dos Efeitos da Capacidade Geral de Combinação (gi ou gj) para caracteres agrônômicos e tecnológicos da fibra: Produtividade (PROD, kg.ha⁻¹); Produtividade de fibra (PRODF, kg.ha⁻¹); Porcentagem de fibra (PF, %); Peso de um capulho (PIC, g); Comprimento (COMP, mm); Resistência (RES, gf tex⁻¹); Alongamento a ruptura (ELG, %); índice de micronaire (MIC); índice de fiabilidade (CSP), Barbalha - CE, 2019.

GENÓTIPOS	EFEITO DA CGC GI								
	PROD	PRODF	PF	PIC	COMP	RES	ELG	MIC	CSP
1 - CNPA 2009 152	278,45*	123,53*	0,19	-0,10	-0,75**	-0,04	0,27**	-0,08	-11,92
2 - BRS 416	-91,65	3,75	1,22**	-0,20	-1,09**	-1,88**	-0,04	-0,01	-229,17**
3 - BRS 336	59,91	-42,31	-1,55**	-0,39*	0,83**	0,66*	-0,26*	0,10	78,58
4 - CNPA BA 2009 2270	338,98*	106,59	-0,59	0,00	0,40	-0,13	0,05	-0,04	38,52
5 - CNPA BA 2009 2247	3,25	8,75	0,02	0,50**	0,31	0,76*	0,03	0,10	83,27
6 - CNPA BA 2010 1366	-588,94**	-200,31**	0,72*	0,20	0,29	0,62*	-0,06	-0,06	40,71
DP(Gi)	132,77	62,19	0,32	0,17	0,23	0,30	0,10	0,06	50,68
	EFEITO DA CGC GII								
7 - BRS 286	-510,57**	-168,82**	1,38**	-0,52**	-0,34	0,49*	0,23**	0,16**	-22,58
8 - BRS 293	390,54**	235,03**	1,30**	0,20	0,33	0,06	0,30**	0,05	48,71
9 - BRS AROEIRA	125,61	-10,24	-1,44**	-0,12	0,52**	0,50*	-0,48**	-0,06	82,92*
10 - GUAZUNCHO 2	-5,57	-55,97	-1,24**	0,44**	-0,51**	-1,05**	-0,10	-0,16**	-109,04**
DP(Gj)	102,85	48,17	0,25	0,13	0,18	0,23	0,07	0,05	39,26

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste T. Desvio-Padrão DP (gi);

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

Encontra-se na Tabela 9, as estimativas dos efeitos da CEC para as combinações híbridas baseadas nas características agrônômicas e tecnológicas da fibra, na qual os valores de S_{ij} aparecem positivos e negativos, indicando existência de desvio da dominância bidirecional. Segundo Cruz e Vencovsky (1989), existem genes não dominantes aumentando a expressão do caráter e outros dominantes que reduzem a característica.

A combinação híbrida mais promissora para as características de produtividade tanto em caroço quanto em fibra foi BRS 336 x BRS 286 (3x7) que, também demonstrou ser promissora para o comprimento da fibra. Além dessa, pode-se citar a combinação CNPA BA 2009 2247 x BRS 293 (5x8), como propícia para produtividade em caroço e fibra. Uma vez que apresentam uma boa complementariedade, com a CEC alta e pelo menos um dos pais superiores, fato este que permite ganhos expressivos na seleção, gerando genótipos superiores (VASCONCELOS, 2016).

As combinações promissoras foram, BRS 336 x BRS AROEIRA (3x9) para peso de um capulho; BRS 416 x BRS AROEIRA (2x9) para resistência; CNPA BA 2009 2247 x BRS 286 (5x7) para percentual de fibra e BRS 336 x GUAZUNCHO (3x10) para alongamento à ruptura, baseados nos maiores valores positivos e significativos para cada característica. Porém essa combinação citada apresentou capacidade de elevar o MIC, algo não desejado. A combinação com potencial para redução do MIC foi CNPA BA 2010 1366 x GUAZUNCHO (6x10).

Para Cruz et al. (2012), em análises dialélicas, a melhor combinação híbrida é aquela que apresenta alta capacidade específica de combinação e pelo menos um dos genitores com elevada capacidade geral de combinação, associado à média alta. Assim, de um modo geral, as combinações híbridas que com maiores potenciais foram CNPA BA 2009 2247 x BRS 293; CNPA BA 2009 2247 x BRS 286; BRS 336 x BRS 286 e CNPA BA 2010 1366 x GUAZUNCHO.

Tabela 9 - Estimativas dos Efeitos da Capacidade Específica de Combinação (Sij) para caracteres agrônômicos e tecnológicos da fibra: (PROD – Produtividade; PRODF – Produtividade de fibra; PF – Porcentagem de fibra; P1C – Peso de um capulho; COMP – Comprimento; RES – Resistência; ELG – Alongamento a ruptura; MIC – índice de micronaire; CSP – índice de fiabilidade), Barbalha - CE, 2019.

COMB. HIBRIDA	PROD	PRODF	PF	P1C	COMP	RES	ELG	MIC	CSP
1x7	-662,34**	-287,05**	0,38	-0,25	-0,02	-0,12	0,07	0,05	36,33
1x8	224,46	88,41	-1,22*	0,33	0,12	0,21	-0,16	-0,09	-25,96
1x9	-110,19	-35,69	0,30	0,37	0,39	0,05	-0,13	0,07	113,83
1x10	548,07*	234,33*	0,54	-0,45	-0,49	-0,14	0,22	-0,04	-124,21
2x7	-174,74	-100,08	-0,63	0,00	-0,19	-0,38	-0,08	-0,11	-39,17
2x8	-443,77	-225,24*	-0,15	-0,20	0,21	0,83	0,02	0,22*	-5,46
2x9	132,83	115,21	0,74	-0,15	0,32	1,31*	0,30	-0,02	114,33
2x10	485,68*	210,11	0,04	0,34	-0,35	-1,76**	-0,25	-0,08	-69,71
3x7	857,86**	365,00**	-0,23	-0,16	1,16**	0,68	-0,18	-0,13	134,08
3x8	-306,58	-150,62	-0,21	-0,26	-0,76	-1,29*	-0,13	-0,07	-174,71*
3x9	56,68	2,68	-0,34	0,76*	-0,02	0,62	-0,05	-0,06	94,08
3x10	-607,97**	-217,06*	0,78	-0,34	-0,37	-0,02	0,37*	0,27**	-53,46
4x7	39,64	32,35	-0,01	0,32	-0,50	-0,30	-0,12	-0,09	-26,85
4x8	101,44	70,75	0,41	-0,18	-0,26	0,30	0,05	-0,03	75,85
4x9	-88,21	-55,30	0,28	-0,21	0,56	-0,01	0,13	0,01	-16,10
4x10	-52,86	-47,81	-0,68	0,06	0,21	-0,00	-0,07	0,11	-32,90

Tabela 9, continuação;

5x7	-155,47	-27,63	1,29*	0,28	-0,32	-0,37	0,17	0,07	-140,60
5x8	684,67**	344,83**	0,62	-0,20	0,28	-0,01	-0,05	0,03	73,60
5x9	-548,73*	-295,19**	-1,57**	-0,25	-0,51	-0,55	-0,10	-0,08	-102,35
5x10	19,53	-22,01	-0,34	0,17	0,54	0,93	-0,02	-0,02	169,35
6x7	95,05	17,41	-0,80	-0,20	-0,12	0,49	0,14	0,21*	36,21
6x8	-260,23	-128,14	0,55	0,50	0,40	-0,05	0,27	-0,06	56,67
6x9	557,62*	268,30*	0,59	-0,53	-0,74	-1,44**	-0,15	0,08	-203,79*
6x10	-392,45	-157,57	-0,34	0,22	0,46	0,99	-0,25	-0,23*	110,92
DP(Sij)	229,97	107,71	0,56	0,30	0,40	0,52	0,17	0,10	87,78
DP(Sij-Sik)	375,54	175,89	0,92	0,49	0,66	0,86	0,27	0,17	143,35
DP(Sij-Skj)	356,27	166,86	0,87	0,46	0,63	0,81	0,26	0,16	135,99
DP(Sij-Skl)	314,2	147,16	0,77	0,41	0,56	0,72	0,23	0,14	119,93

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste T.

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

6 CONCLUSÃO

Os efeitos gênicos aditivos são superiores aos não-aditivos para todos os caracteres, exceto para MIC e CSP;

Os melhores genitores são CNPA 2009 152, CNPA BA 2009 2247, BRS 293 e BRS AROEIRA.

As combinações híbridas mais promissoras para o melhoramento das características agronômicas e tecnológicas da fibra são: CNPA BA 2009 2247 x BRS 293; CNPA BA 2009 2247 x BRS 286; BRS 336 x BRS 286 e CNPA BA 2010 1366 x GUAZUNCHO.

REFERÊNCIAS

- 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.
- ARAÚJO, W.P.;PEREIRA, J.R.;ALMEIDA, E.S.A.B.;ZONTA, J.H.;GUERRA, H.O.C;BEZERRA, J.R.C. Resposta Fitotécnicado Algodoeiro Herbáceo BRS8H, BRSAraripeeBRSAroeira sob Lâminas de Água. **Educação Agrícola Superior**, v. 28, p. 67-72, 2013.
- AWAN, M.F., A. ALI, A. MUZAFFAR, M.A. ABBAS, A.Q. RAO, Z. QAMAR, S.J. BUTT, G.A. KHAN, B. RASHID, I. A. NASIR AND T. HUSNAIN. Transgenic cotton: harboring broad term resistance against insect and weeds through incorporation of CEMB double Bt and cp4EPSPS genes. *Pak. J. Agri. Sci.* 53:501-505. 2016.
- BAKER, D. N.; LANDIVAR, J. A. Simulation of plant development in GOSSYPIMUM. *Cotton Physiology*. Memphis: The Cotton Foundation, p. 245-257, 1991.
- BALDISSERA, J. N. C.; VALENTINI, G.;COAN, M. M. D.; ALMEIDA, C. B.;GUIDOLIN,A.F.; COIMBRA,J. F.M. Capacidade combinatória e efeito recíproco em características agrônômicas do feijão. **Semina: CiênciasAgrárias**, Londrina, v.33, n.2, p.471-480, 2012.
- BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G. Fisiologia e ecofisiologia do algodoeiro. **In: Algodão tecnologia de produção**. Dourados, MG. Embrapa agropecuária oeste. p. 54-75, 2001.
- CARVALHO, J. F. **Seleção de Genótipos de Algodoeiro Herbáceo Submetidos ao Estresse Hídrico e a Irrigação Suplementar no Semiárido**. 2018. 71 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.
- CARVALHO, L. P.; SILVA, G. E. L.; LIMA, M. M. A.; MEDEIROS, E. P.; BRITO, G. G.; FREIRE, R. M. M. Variabilidade e capacidades geral e específica de combinação para teor de óleo em algodoeiros. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 14, n. 1, p. 19 – 17, 2010.
- CARVALHO, L. P.; ANDRADE, F. P.; SILVA FILHO, J. L. **Cultivares de algodão colorido no Brasil**. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v. 15, p. 37-44, 2011.
- CARVALHO, L. P. Contribuição do melhoramento ao cultivo do algodão. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (eds.) **O agronegócio do algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2008. p. 273-297.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v. 6, n. 9 (safra 2018/19- nono levantamento, junho 2019). Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/GrosZjunhoZ-ZcompletoZ2019_1.pdf
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2016/2017**. Quarto Levantamento, Janeiro de 2017. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf>. Acesso em: 27 de Setembro de 2018.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Algodão**: análise mensal. Março de 2018. Disponível em: <conab.gov.br>. Acesso em: 17 de Setembro de 2018.

CRUZ, C. D. GENES – a software package for analysis in experimental statistic and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271 – 276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Volume 1, Viçosa: UFV, 2012.

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.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994.

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

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção Embrapa – Cultura do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar**. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 27 de Setembro de 2018.

FELTRIN, E. B. Produtividade e qualidade de fibra de cultivares de algodoeiro em função de doses de nitrogênio. Ilha Solteira, 2007. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista.

FREIRE, E. C. Fatores que afetam a qualidade das fibras. In: FREIRE, E. C. (Ed.) **Algodão no cerrado do Brasil**. 3 ed. Brasília: Gráfica e Editora Positiva, 2015. p. 751-766.

FREIRE, E. C. Melhoramento no Brasil. **In: Algodão: do plantio à colheita**. BORÉM, A.; FREIRE, E. C. (Eds.). Viçosa: Editora UFV, 2014. p. 113-132.

FREIRE, E. C.; MORELLO, C. L.; FARIAS, F. J. C.; FILHO, J. L. S.; NETO, F. C. V.; PEDROSA, M. B.; SUINAGA, F. A.; COSTA, J. N.; ANDRADE, F. F. Objetivos e métodos usados nos programas de melhoramento do algodão. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.) **O agronegócio do algodão no Brasil**. 2 ed. Brasília, DF: EmbrapaInformaçõesTecnológicas, v. 1, 2008, p. 299 – 324.

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.

HEARN, A. B. The principals of cotton water relations and their application inmanagement. In: CONSTABLE, G. A. and FORRESTER, N. W. (Eds.) Challenging the Future: **Proceedings of the World Cotton Research Conference - 1**.Brisbane, Austrália, February 14-17, 1994, CSIRO, Melbourne, p 66-92. 1995.

HUSSAIN, M., M. FAROOQ, G. SHABIR, M.B. KHAN AND A.B. ZIA. Delay in planting decreases wheat productivity. *Int. J. Agric. Biol.* 14:533-539. 2012.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em:
<<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=cultivo%20do%20algod%C3%A3o%202018&searchphrase=all>> Acesso em: outubro de 2018.

ICAC, International Cotton Advisory Committee, Washington, 2019

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.

LOKA, D. A.; OOSTERHUIS, D. M. Water stress and reproductive development in cotton. **In:** OOSTERHUIS, D. M.; COTHREN, J. T. (Eds.). *Flowering and Fruiting in Cotton*. Cordova: The Cotton Foundation, 2012. Chapter 5, p. 51-58.

MOREIRA, J. A. N.; SANTOS, R. F. **Origem, crescimento e progresso da cotonicultura no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1994. 169p.

MORELLO, C.; BARROSO, P. A.; SUASSUANA, N.; PEDROSA, M.; FERREIRA, ALEXANDRE.; CHITARRA, L.; LAMAS, F.; SILVA FILHO, J. Brs 368 Rf, Brs 369 Rf, Brs 370 Rf E Brs 371 Rf: Cultivares De Algodoeiro Tolerantes Ao Herbicida Glifosato (Evento Mon 88913). **In:** Congresso Brasileiro do Algodão, 9. Brasília, 2013.

MORELLO, C. L.; PEDROSA, M. B.; SUASSUNA, N. D.; LAMAS, F. M.; 330 CHITARRA, L. G.; SILVA FILHO, J. L.; ANDRADE, F. P.; BARROSO, P. A. V.; 331 RIBEIRO, J. L.; GODINHO, V. P. C.; LANZA, M. A. BRS 336: a high-quality fiber 332 upland cotton cultivar for Braziliansavannaandsemi-aridconditions. **Crop 333 Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12, p. 92-95, 2012.

ORGAZ, F.; BONACHELA, S.; MATEOS, L.; FERERES, E. **Desarrollo fenológico y producción de cultivares de algodón en El Valle del Guadalquivir bajo diversos regímenes de riego**. *Investigación Agraria: Producción y protección vegetales*, Madrid, España, v.6, n.1, 1991.

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, p. 141-149, 2010.

PEDROSA, M. B.; FREIRE, E. C.; COSTA, J. N.; ANDRADE, F. P. Estimativas das capacidades combinatórias em híbridos F1,s de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) irrigado no estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 5, p. 439 – 445, 2001.

QUEIROZ, D. R. **Análise Genética para Caracteres Agronômicos e Tecnológicos de Fibra em Genótipos de Algodoeiro Herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch.)**. 2017. 62 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; SANTOS, J.B. Melhoramento de espécies autógamas. **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.

RÊGOE, R.; SANTOS, R. M. C.; RÊGOM, M.; NASCIMENTON, F. F.; NASCIMENTOM, F.; BAIRRALM, A. Quantitative and multicategorical descriptors for phenotypic variability. in a segregating generation of ornamental peppers. **Acta Horticulturae**, v. 937, p. 289-296, 2012.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SILVA, R. S. Adaptabilidade E Estabilidade Fenotípica De Linhagens De Algodoeiro Herbáceo Para As Condições Do Semiárido Nordeste. 2019, 77p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2019.

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

SOUZA, J. G.; BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P.; ALBUQUERQUE, W. G.; LIMA, R. L. S.; CARDOSO, G. D. Fisiologia. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Eds.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2008. p. 221-249.

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

ULLAH, A.; SUN, H.; YANG, X.; ZHANG, X. Drought coping strategies in cotton: increased crop per drop. **Plant Biotechnology Journal**, v. 15, p. 271-284, 2017.

USDA - United States Department of Agriculture. **Cotton**: world markets and trade. Abril de 2018. Disponível em: <fas.usda.gov>. Acesso em: 18 abr. 2018.

VASCONCELOS, U. A. A.; CAVALCANTI, J. J. V.; FARIAS, F. J. C.; VASCONCELOS, W. S.; SANTOS, R. C. Diallel analysis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for water stress tolerance. **Crop Breeding And Applied Biotechnology**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 24-30, mar. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332018v18n1a4>.

VASCONCELOS, U. A. A. **Análise Dialélica em Algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) para Tolerância à Seca**. 2016. 45 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

VIDAL NETO, F. C.; FREIRE, E. C. Melhoramento genético do algodão. In: VIDAL NETO, F. C.; CAVALCANTI, J. J. V. (Eds.). Melhoramento genético de plantas no Nordeste. Brasília: Embrapa, 2013. p. 49-83.

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.

YEATES, S. Efeitos do estresse hídrico na fisiologia do algodoeiro. In: ECHER, F. R. (Ed). O algodoeiro e os estresses abióticos: temperatura, luz, água e nutrientes. Instituto Mato-Grossense do Algodão – IMAmt. Cuiabá (MT), 2014. p. 63 – 77.

ZHANG, W.; FAN, S.; PANG, C.; WEI, H.; MA, J.; SONG, M.; YU, S. Molecular Cloning and Function Analysis of Two SQUAMOSA- Like MADS- Box Genes From *Gossypium hirsutum* L. *Journal of integrative plant biology*, v. 55, n. 7, p. 597-607, 2013

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