



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA



**Capacidade geral e específica de combinação em algodoeiro
herbáceo para qualidade de fibra**

Lucas da Silva Santos de Souza

AREIA - PB

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA



**Capacidade geral e específica de combinação em algodoeiro
herbáceo para qualidade de fibra**

Lucas da Silva Santos de Souza

Monografia apresentada à
coordenação do Curso de Graduação
em Agronomia do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal da
Paraíba, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Francisco José Correia Farias
Departamento de Melhoramento da Embrapa – Algodão

Co-orientador: Prof. Dr. Mailson Monteiro do Rêgo
Departamento de Ciências Biológicas – CCA – UFPB

AREIA - PB

2017

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S729c Souza, Lucas da Silva Santos de.

Capacidade geral e específica de combinação em algodoeiro herbáceo para
qualidade de fibra / Lucas da Silva Santos de Souza. - Areia: UFPB/CCA, 2017.
x, 27 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: Francisco José Correia Farias.

1. Algodoeiro – Cultura 2. Algodoeiro herbáceo – Fibra 3. *Gossypium hirsutum* L. – Análise
dialética I. Farias, Francisco José Correia (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 633.51

Capacidade geral e específica de combinação em algodoeiro
herbáceo para qualidade de fibra

Lucas da Silva Santos de Souza

Conceito: 40,0

Monografia aprovado pela banca examinadora

Em 10 de FEVEREIRO de 2017

Banca Examinadora



Professor Dr. Francisco José Correia Farias
(Embrapa Algodão)
- Orientador -



Professor Dr. Mailson Monteiro do Rêgo
(DCB - CCA - UFPB)
- Co-orientador -



Dr. Luiz Paulo de Carvalho
(Embrapa Algodão)
- Examinador -

AREIA – PB

2017

DEDICO

*As minhas mães Marilene e Maria das
Graças, a Rui de Moraes, ao Dr. Farias,
amigos, familiares e professores.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, razão maior de minha existência.

A toda minha família (mães Marilene e Maria das Graças, irmãos, avós, tios e primos) que sempre acreditaram em mim e me fizeram trilhar pelos caminhos da simplicidade e da honestidade.

Ao Centro de Ciências Agrárias da UFPB, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

A Embrapa - Algodão pela infraestrutura disponibilizada para a realização e condução da pesquisa.

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudo.

Ao pesquisador e orientador Dr. Professor Francisco José Correia Farias pela orientação, amizade, apoio e confiança que tem sido de grande valia para minha formação acadêmica e profissional.

Ao professor e co-orientador Mailson Monteiro do Rêgo, por suas contribuições importantes para a condução da pesquisa e para formação acadêmica.

A Rui de Moraes pela abertura de uma porta, muito importante na minha vida, a do Colégio Agrícola “Vidal de Negreiros”.

Aos colegas e amigos da Graduação, especialmente aos da turma 2012.1 e da Embrapa - Algodão, que contribuíram direta ou indiretamente.

Aos amigos Janio Lima, José Marcos, Henrique Marinho, Edson Barbosa, Clint Wayne, André Spinosa, Aldeir Ronaldo, entre outros pelo apoio durante a caminhada.

Aos meus professores da escola pública que foram à base necessária para alcançar este título.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

A todos, o meu MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. IMPORTÂNCIA DO ALGODOEIRO.....	3
2.2. A CULTURA DO ALGODOEIRO.....	3
2.3. MELHORAMENTO DO ALGODOEIRO	4
2.4. ANÁLISE DIALÉLICA	5
2.4.1. Conceito e generalidades	5
2.4.2. Importância da análise dialélica no melhoramento de plantas.....	5
2.4.3. Capacidade geral e específica de combinação	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1. MATERIAL GENÉTICO.....	7
3.2. PLANTIO DOS GENITORES E OBTENÇÃO DAS SEMENTES F ₁ 's.....	8
3.3. AVALIAÇÃO DOS HÍBRIDOS F ₁ 's E GENITORES.....	9
3.4. AVALIAÇÃO DOS CARACTERES TECNOLÓGICOS DA FIBRA	10
3.5. ANÁLISES GENÉTICO-ESTATÍSTICAS	10
3.5.1. Análise de variância	10
3.5.2. Análise dialélica.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1. ANÁLISE DE VARIÂNCIA	12
4.2. AVALIAÇÃO DA MÉDIA DOS GENITORES E HÍBRIDOS F ₁ 's.....	12
4.3. ANÁLISE DIALÉLICA	14
4.3.1. Estimativa dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC).....	15
4.3.2. Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC)	16
5. CONCLUSÕES	19
6. REFERÊNCIAS	20
APÊNDICES	25

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Vista panorâmica dos seis genitores 8
- Figura 2.** Procedimento para cruzamento. **A.** Identificação do botão floral em estágio ideal para emasculação. **B.** Botão floral emasculado. **C.** Estigma polinizado e etiquetado..... 9

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Genitores, obtentores e características dos paternais estudados	7
Tabela 2. Genitores e híbridos F ₁ 's (tratamentos) de algodão utilizados no estudo.....	7
Tabela 3. Resumo da análise da variância para os três caracteres tecnológicos da fibra	12
Tabela 4. Valores médios dos genitores e híbridos F ₁ 's para os caracteres tecnológicos da fibra segundo o teste de Scott e Knott (1974)	13
Tabela 5. Resumo da análise da variação das capacidades geral e específica de combinação de acordo com o modelo proposto por Griffing (1956).....	14
Tabela 6. Estimativa dos efeitos da capacidade geral de combinação para os caracteres tecnológicos da fibra.....	16
Tabela 7. Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação para os caracteres tecnológicos da fibra	18

RESUMO

SOUZA, L. S. S. Capacidade geral e específica de combinação em algodoeiro herbáceo para qualidade de fibra. Areia, PB, 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Orientador: Prof. Dr. Francisco José Correia Farias; Co-orientador: Prof. Dr. Mailson Monteiro do Rêgo.

O presente trabalho tem como objetivo estimar as capacidades geral e específica de combinação envolvendo seis genitores de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), e seus respectivos híbridos (F_1 's), resultantes de cruzamentos dialélicos, e assim, selecionar os genótipos mais promissores para serem utilizados em programas de melhoramento genético para qualidade tecnológica da fibra. O experimento foi instalado na Estação Experimental da Embrapa – Algodão, no Município de Patos – PB, em um delineamento experimental de blocos ao acaso, com 21 tratamentos e três repetições. A parcela experimental foi constituída de duas fileiras de 5 m de comprimento, as quais representaram a área útil, no espaçamento de 1,0 x 0,20 m, deixando-se, após o desbaste, 50 plantas por parcela. A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa computacional GENES. As estimativas das capacidades combinatórias foram realizadas de acordo com o Modelo 1, Método 2 proposto por Griffing (1956). As características tecnológicas da fibra mensuradas foram: comprimento de fibra (COMP, mm), resistência (RES, gf/tex) e finura (FIN, $\mu\text{g/pol}$). Há diferenças significativas entre os tratamentos e entre as capacidades combinatórias (CGC e CEC). Verificou-se predominância da ação dos efeitos aditivos para as três características estudadas. No caso da CGC, o genótipo TAM B 139-17 obteve as maiores estimativas positivas e significativas para COMP e RES e a maior estimativa negativa e significativa para FIN. As melhores combinações híbridas foram: FM 993 x TAM B 139-17, CNPA 04-2080 x PSC 355, TAM B 139-17 x TAMCOT-CAMD-E e FM 993 x TAMCOT-CAMD-E, sendo promissoras para a obtenção de linhagens superiores, com relação à qualidade tecnológica da fibra.

Palavras-chave: análise dialélica, algodoeiro, fibras, melhoramento, semiárido

ABSTRACT

SOUZA, L. S. S. General and specific combining abilities in herbaceous cotton for fiber quality. Sand, PB, 2017. Work completion of course (Graduation in Agronomy). Advisor: Prof. Dr. Francisco José Correia Farias; Co-advisor: Prof. Dr. Mailson Monteiro do Rêgo.

The present work aims to estimate the general and specific combining abilities involving six cotton genotypes (*Gossypium hirsutum* L.), and their respective hybrids (F1's), resulting from diallel crosses, and thus to select the most promising genotypes to be used in breeding programs for fiber technological quality. The experiment was carried out at the Experimental Station of Embrapa - Algodão, in the municipality of Patos - PB, Brazil. The experiment design utilized was a randomized complete block design with 21 treatments and three replicates. The experimental plot consisted of two rows of 5 m in length, which represented the useful area, at a spacing of 1.0 x 0.20 m, leaving 50 plants per plot after thinning. The statistical analysis was performed using the GENES software. Estimates of combinatorial capacities were performed according to Model 1, Method 2 proposed by Griffing (1956). The fiber technological characteristics measured were: fiber length (COMP, mm), resistance (RES, gf/tex) and micronaire (FIN, µg/in). There are significant differences between treatments and between combinatorial capacities (GCA and SCA). The effect of additive effects on the three characteristics studied was predominant. In the GCA case, the TAM B 139-17 genotype obtained the highest positive and significant estimates for COMP and RES and the highest negative and significant estimate for FIN. The best hybrid combinations were: FM 993 x TAM B 139-17, CNPA 04-2080 x PSC 355, TAM B 139-17 x TAMCOT-CAMD-E and FM 993 x TAMCOT-CAMD-E, being promising for obtaining superior lines for technological quality of the fiber.

Key words: diallel analysis, cotton, fiber, breeding, genetic analysis

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L., r. *latifolium* Hutch.), é uma das dez principais espécies domesticadas pelo ser humano, entre mais de 230 mil espécies de plantas superiores denominadas de espermatófitas (BELTRÃO et al., 2008).

A cultura do algodoeiro herbáceo, realizada em condições de sequeiro, muitas vezes, com baixo investimento tecnológico e em insumos, e colheita manual, destaca-se como uma das mais importantes atividades para a região semiárida do Nordeste, em especial para os pequenos e médios produtores (EMBRAPA, 2003). Devido a sua relativa resistência à seca, essa espécie é especialmente importante para as regiões semiáridas do planeta. Segundo Beltrão et al. (2008), possivelmente, a única opção fitotécnica de vários municípios pertencentes à área seca do Nordeste.

Neste contexto, é de fundamental importância o fortalecimento dos programas de melhoramento do algodoeiro nas condições do semiárido nordestino. Com isso, os principais objetivos dos programas de melhoramento para a região semiárida nordestina são a obtenção de cultivares mais produtivas, tolerantes à seca, precoces, de alto rendimento de fibras e com adequada qualidade de fibras (VIDAL NETO e FREIRE, 2013).

O sucesso destes programas de melhoramento depende da eficiência na escolha dos genitores a serem utilizados nos cruzamentos e na seleção das melhores combinações híbridas, para que se possam produzir gerações segregantes promissoras (FREIRE et al., 2001).

Dentre os procedimentos disponíveis na escolha de genitores, utilizando o desempenho de suas progênes, os cruzamentos dialélicos tem sido os mais utilizados (RAMALHO et al., 2001). Sua utilização tem origem a partir do desenvolvimento dos conceitos das capacidades geral e específica de combinação, estabelecidos por SPRAGUE e TATUM (1942).

A metodologia de análise dialélica proposta por Griffing (1956) permite a estimativa da capacidade geral de combinação e da capacidade específica de combinação (CRUZ, 2006).

Segundo Cruz e Regazzi (1994), as estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC), proporcionam informações sobre a concentração de genes predominantemente aditivos e são de grande utilidade na indicação de genitores a serem utilizados em programas de melhoramento intrapopulacional. Os efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) são medidas dos efeitos não aditivos, interessando ao melhorista as combinações híbridas, com estimativas da capacidade específica de combinação

mais favorável, envolvendo no mínimo um genitor que tenham os efeitos da capacidade geral de combinação favorável.

É importante, portanto, a aplicação desta técnica no melhoramento da cultura do algodoeiro para identificar as melhores combinações híbridas de modo a constituir populações com linhagens superiores. Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo estimar, por meio de cruzamentos dialélicos, as capacidades geral e específica de combinação entre seis genótipos de *Gossypium hirsutum* L., visando selecionar genótipos de algodoeiro promissores para futuros programas de melhoramento da Embrapa - Algodão e, assim identificar o potencial para a indústria têxtil, quanto aos caracteres comprimento, resistência e finura da fibra.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. IMPORTÂNCIA DO ALGODOEIRO

O algodoeiro está entre as mais importantes culturas do mundo, devido ao seu aproveitamento integral (fibra, semente, planta), sendo utilizada tanto como principal matéria-prima produtora de fibra para a indústria têxtil, quanto para a indústria alimentícia. Além disso, seu cultivo é também de grande importância social, pelo número de empregos que gera direta ou indiretamente (RICHETTI e MELO FILHO, 2001).

Todos os anos, uma média de 35 milhões de hectares de algodão é plantada por todo o planeta movimentando anualmente cerca de US\$ 12 bilhões e envolvendo mais de 350 milhões de pessoas em sua produção, desde as fazendas até a logística, o descaroçamento, o processamento e a embalagem (ABRAPA, 2016).

No contexto mundial, o Brasil ocupa a quinta posição entre os maiores produtores mundiais de algodão e o terceiro maior exportador, com uma produção de 1,348 milhões de toneladas na safra de 2015/2016, ao lado de países como China, Índia, EUA e Paquistão (ABRAPA, 2016).

Entre os estados produtores de algodão no Brasil, o Estado do Mato Grosso se destaca como o principal, com área plantada de 600,8 mil hectares representando um percentual de cerca de 62% da área cultivada com algodão no Brasil (CONAB, 2016).

A região Nordeste já chegou a plantar mais de um milhão de hectares com algodão, como na safra 1984/85 tendo, atualmente, 262,3mil hectares plantados na região, sendo, que grande parte no bioma cerrado, principalmente nos estados da Bahia (235,2 mil hectares), Maranhão (20,9 mil hectares) e Piauí (5,5 mil hectares). Na safra mais recente, 2015/2016, a produtividade média do algodão no Brasil foi de 1.501 kg/ha de algodão em pluma considerada a maior nas condições de sequeiro (CONAB, 2016).

2.2. A CULTURA DO ALGODOEIRO

O algodoeiro é uma dicotiledônea pertencente à ordem Malvales, família Malvaceae e gênero *Gossypium*; quanto ao número de espécies há divergências, assim como, as origens espacial e temporal do gênero *Gossypium* não estão bem esclarecidas; entretanto, com base no maior número de grupos genômicos diplóides associados, Saunders (1961) citado por Vidal Neto e Freire (2013) propõe que a África Central seja o centro de origem desse gênero.

As espécies cultivadas do gênero, para produção de algodão, são quatro, sendo duas alotetraplóides: *G. hirsutum* L. (90% da produção mundial) e *G. barbadense* L. (8% da

produção mundial), originárias do Novo Mundo, e duas diplóides: *G. herbaceum* L. e *G. arboreum* L. (2% da produção mundial), originárias do Velho Mundo (PENNA, 2005).

A espécie *G. hirsutum* L., que deu origem à maioria das variedades de algodão cultivadas no mundo, é representada no Brasil pelas raças: *G. hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch (algodoeiro herbáceo), e *G. hirsutum* var. *marie-galante* (Watt) Hutch (algodoeiro-mocó). A espécie *G. barbadense* ocorre no Brasil na forma semidomesticada representada pelas variedades botânicas *G. barbadense* var. *brasiliense* (rim-de-boi) e *G. barbadense* var. *barbadense* (quebradinho). O Brasil ainda é centro de origem da espécie *Gossypium mustelinum* (FREIRE, 2000).

O algodoeiro é uma planta com sistema reprodutivo considerado misto, (VIDAL NETO e FREIRE, 2013), também denominado parcialmente autógamo por Crisóstomo (1989), devido à ocorrência simultânea de autofecundação e cruzamento natural de origem entomófila.

O conhecimento do sistema reprodutivo e da taxa de cruzamento do algodoeiro é de fundamental importância, influenciando diretamente na escolha do método de melhoramento a ser usado (CARVALHO, 1993).

2.3. MELHORAMENTO DO ALGODOEIRO

Na região nordeste a cultura do algodoeiro tem recebido atenção das instituições de pesquisas desde 1920. Ao longo desses anos, foram produzidos e acumulados inúmeros conhecimentos na cultura do algodoeiro (CARVALHO, 2008).

De acordo com Suassuna et al. (2008), na grande maioria dos programas de melhoramento genético do algodoeiro, o enfoque está na produtividade e na qualidade da fibra. Contudo, cada país tem sua especificidade e objetivos em particular divergentes (FREIRE et al., 2008).

Para o Nordeste brasileiro, onde o algodoeiro é cultivado em dois ecossistemas distintos – o cerrado e o semiárido - são estabelecidas duas linhas de pesquisa, com base nas peculiaridades de cada região, apresentando demandas diferenciadas em relação às cultivares. Nas condições dos cerrados do Nordeste (oeste da Bahia, sul do Piauí e do Maranhão), buscam-se cultivares de ciclo precoce e médio, resistência às doenças, resistência ou tolerância as principais pragas. No semiárido, a demanda é por cultivares produtivas, tolerantes à seca, ciclo precoce ou semiperene, adaptação às condições edafoclimáticas locais (precipitação irregulares, solos alcalinos, rasos e pedregosos), resistência ao bicudo e

características especiais, como: fibra colorida, fibra longa, entre outras (VIDAL NETO e FREIRE, 2013).

De modo geral, devido ao grande número de materiais disponíveis, da heterogeneidade da região edafoclimática e dos sistemas de produção, a maior dificuldade reside na seleção daqueles genótipos mais promissores para serem os parentais num programa de melhoramento. Assim, o conhecimento da capacidade combinatória dos genótipos a serem empregados assume grande importância no melhoramento e estudos de capacidade de combinação entre genótipos de algodoeiros tem tido expressivos resultados por todo mundo (CARVALHO, 2008).

Os sistemas de cruzamentos dialélicos já foram utilizados, em várias oportunidades e sob enfoque de vários modelos, entre diversos genótipos de algodoeiro para estudo da análise dialélica e estimação de seus diversos parâmetros genéticos (capacidade de combinação – CGC e CEC, tipo de variação genética, heterose, etc.), seja visando avaliar a produtividade, características agrônômicas, componentes de produção das sementes, propriedades da fibra e parâmetros de qualidade (KHAN et al., 2009; BASAL et al., 2011; BECHERE et al., 2016).

2.4. ANÁLISE DIALÉLICA

2.4.1. Conceito e generalidades

O sistema de cruzamentos dialélicos consiste em um grupo de p linhagens ou cultivares autofecundadas, que se cruzam entre si dando um máximo de p^2 combinações, as quais podem ser subdivididas em: (a) as próprias p cultivares parentais, (b) um grupo de $1/2p(p-1)$ híbridos F1's e, (c) um grupo de $1/2p(p-1)$ híbridos F1's recíprocos (GRIFFING, 1956).

O termo dialelo tem sido utilizado para expressar um conjunto de $p(p-1)/2$ híbridos, resultantes do acasalamento entre p genitores (linhagens, cultivares, clones etc.) (CRUZ et al., 2004).

2.4.2. Importância da análise dialélica no melhoramento genético de plantas

Em programas de melhoramento vegetal, a análise dialélica é de importância relevante na seleção de parentais, geneticamente divergentes envolvidos em esquemas de cruzamento, com altos rendimento e produtividade (CRUZ e REGAZZI, 1994).

Segundo Hayman (1954) e Griffing (1956), cruzamentos dialélicos representam um sistema de acasalamento muito importante de melhoramento de plantas pois possibilita a recombinação da variabilidade disponível, permitindo a obtenção de novas recombinações gênicas. Este sistema de cruzamento tem se destacado como um dos mais importantes na

investigação de caracteres quantitativos no melhoramento de plantas. A partir dos cruzamentos dialélicos é possível escolher os genótipos com capacidade de se combinarem em híbridos que produzam populações segregantes promissoras, bem como o controle genético dos caracteres, que orienta o melhorista na condução da população segregante e na seleção (RAMALHO et al., 1993).

A metodologia de análise dialélica proposta por Griffing (1956) permite obter informações a respeito da estimativa da capacidade geral de combinação e da capacidade específica de combinação (CRUZ, 2006).

2.4.3. Capacidade Geral e Específica de Combinação

A capacidade geral de combinação (CGC) é o parâmetro genético responsável pela designação do comportamento médio de um genitor em todos os cruzamentos de que participa e está associado a efeitos genéticos aditivos (CRUZ et al., 2004). Procura-se identificar a variedade que melhor se relacionou com as demais em função das características em avaliação.

De acordo com Sprague e Tatum (1942), o termo capacidade específica de combinação (CEC) representa o desvio de um determinado cruzamento para melhor ou pior, tomando por base a média da (CGC) dos pais, resultante dos efeitos de dominância, epistasia e vários tipos de interações gênicas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL GENÉTICO

No presente estudo foram avaliados seis genitores de algodão *Gossypium hirsutum* L. (Tabela 1), divergentes entre si; além de 15 híbridos F₁'s oriundos dos cruzamentos dialélicos entre os referidos materiais, totalizando 21 tratamentos conforme observado na Tabela 2.

Tabela 1. Genitores, obtentores e características dos genitores estudados.

GENITORES	OBTENTORES	CARACTERÍSTICAS
1 - FM 993	Bayer Seeds	Produtividade e qualidade de fibras
2 - CNPA 04 - 2080	Embrapa	Produtividade e porcentagem de fibras
3 - PSC - 355	Phytogen Seed Company	Produtividade e qualidade de fibras
4 - TAM B 139-17	Texas A&M	Qualidade de fibras
5 - IAC 26	IAC	Produtividade e resistência a doenças
6 - TAMCOT - CAMD - E	Texas A&M	Precocidade e arquitetura de plantas

Tabela 2. Genitores e híbridos F₁'s (tratamentos) de algodoeiro utilizados no estudo.

TRATAMENTOS	
1 - FM 993	12 - CNPA 04-2080 X PSC 355
2 - CNPA 04-2080	13 - CNPA 04-2080 X TAM B 139-17
3 - PSC 335	14 - CNPA 04-2080 X IAC 26
4 - TAM B 139-17	15 - CNPA 04-2080 X TAMCOT-CAMD-E
5 - IAC 26	16 - PSC 355 X TAM B 139-17
6 - TAMCOT - CAMD - E	17 - PSC 355 X IAC 26
7 - FM 993 X CNPA 04-2080	18 - PSC 355 X TAMCOT-CAMD-E
8 - FM 993 X PSC 355	19 - TAM B 139-17 X IAC 26
9 - FM 993 X TAM B 139-17	20 - TAM B 139-17 X TAMCOT-CAMD-E
10 - FM 993 X IAC 26	21 - IAC 26 X TAMCOT-CAMD-E
11 - FM 993 X TAMCOT-CAMD-E	

3.2. PLANTIO DOS GENITORES E OBTENÇÃO DAS SEMENTES F_1 's

Em 2014/2015, os genitores foram semeados em área experimental (casa de vegetação) do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA), Embrapa – Algodão, localizada no município de Campina Grande – PB. Cada genitor foi representado por uma fileira de 2 m de comprimento espaçadas por 1 m entre fileiras (genitor) e entre covas de 0,20 m, ficando após o desbaste 2 plantas por cova (Figura 1).



Figura 1. Vista panorâmica dos seis genitores.

A obtenção das sementes híbridas (F1's) se deu através dos cruzamentos manuais. Para realização dos cruzamentos, as flores que iam receber o pólen foram emasculadas e protegidas na tarde anterior à abertura da flor com canudo plástico. Na manhã seguinte, após a deiscência da antera, o estigma foi polinizado com pólen do doador masculino e protegido novamente para evitar a dessecação. Cada cruzamento foi identificado marcando-se a flor polinizada com uma etiqueta contendo a numeração do genitor doador de pólen (Figura 2).

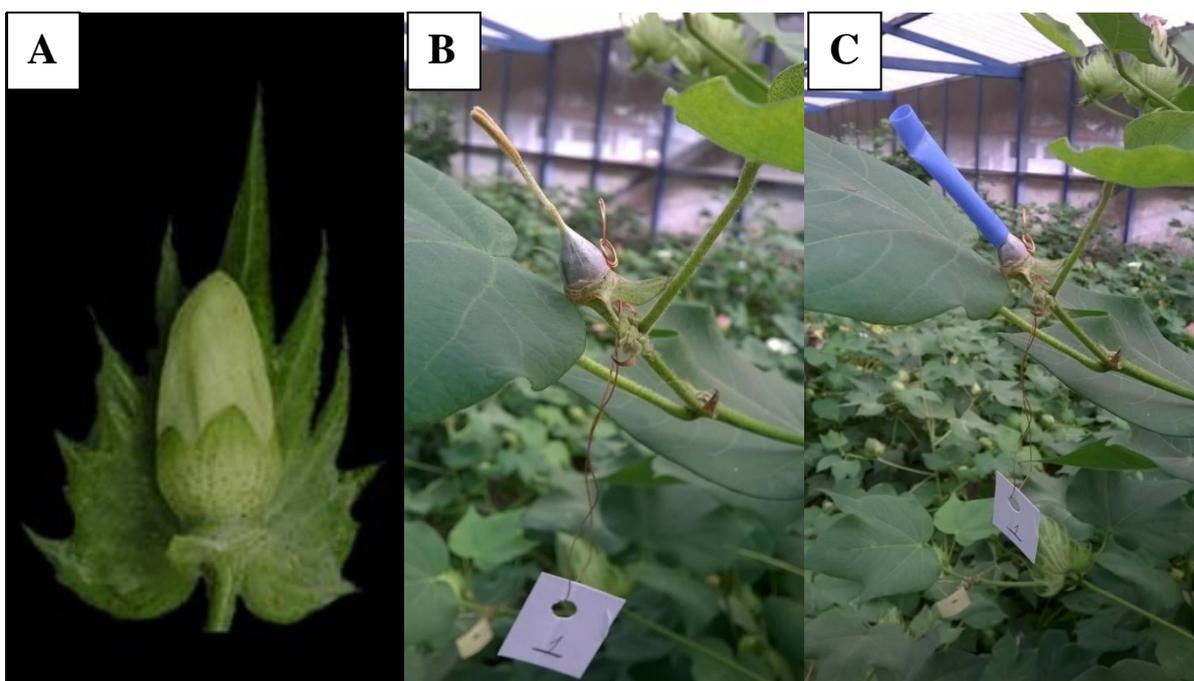


Figura 2. Procedimento para cruzamento. A. Identificação do botão floral em estágio ideal para emasculação. B. Botão floral emasculado. C. Estigma polinizado e etiquetado.

No presente trabalho utilizou-se a metodologia proposta por Griffing (1956), método experimental 2, modelo 1 (fixo), que inclui os híbridos e os genitores (Apêndice 1). Esta metodologia é aplicada a um conjunto de genitores com qualquer nível de endogamia, onde a soma dos quadrados dos tratamentos são decompostas em capacidade geral e específica de combinação. Foi escolhido o modelo fixo, pois os resultados aplicam-se aos materiais em estudo, que não onde os efeitos genotípicos são considerados constantes ou fixos e não uma amostra ao acaso de uma população.

3.3. AVALIAÇÃO DOS HÍBRIDOS F₁'s E GENITORES

O ensaio foi instalado no ano 2015 na estação experimental da Embrapa Algodão (Apêndice 2), localizada no Município de Patos - PB, região do semiárido paraibano, em condições de campo, sob irrigação. A área do experimento caracteriza-se pela posição

geográfica de 7° 0' 40.55" S latitude Sul e de 37° 16' 14.80" W longitude Oeste, com altitude de 243,28 m.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com 21 tratamentos sendo, quinze combinações híbridas e seis genitores, em três repetições.

A parcela experimental foi constituída de duas fileiras de 5 m de comprimento, as quais representaram a área útil, no espaçamento de 1,0 x 0,20 m, deixando-se, após o desbaste, 50 plantas por parcela.

3.4. AVALIAÇÃO DOS CARACTERES TECNOLÓGICOS DA FIBRA

As características tecnológicas de fibras foram avaliadas pelo aparelho HVI (High Volume Instruments) no Laboratório de Tecnologia de Fibra e Fios da Embrapa Algodão localizado em Campina Grande - PB. As características tecnológicas de fibra avaliadas foram às seguintes:

- Comprimento de fibra (COMP): é a medida da metade superior das fibras distribuídas ao acaso em um pente ou pinça especial, medida em milímetros ou polegadas (AMPA e IMAmt, 2015).
- Resistência de fibra (RES): é o ensaio para determinação da tenacidade das fibras de algodão arranjadas de forma paralela, num feixe laminar de fibras, medida em (gf/tex) (AMPA e IMAmt, 2015).
- Finura (FIN): é um índice determinado pelo complexo entre finura/maturidade de fibra ($\mu\text{g/pol}$) (AMPA e IMAmt, 2015).

3.5. ANÁLISES GENÉTICO-ESTATÍSTICAS

3.5.1. Análise de variância

A análise de variância foi realizada em duas etapas. Inicialmente as médias obtidas no experimento foram submetidas à análise de variância simples em blocos ao acaso, utilizando o programa computacional GENES versão 2014.6.1. (Cruz, 2013), e as médias agrupadas segundo o teste de agrupamento de Scott e Knott (1974) a 1 e 5% de probabilidade.

3.5.2. Análise dialélica

Numa segunda etapa, as médias por tratamento e repetições foram usadas para a análise de variância da capacidade combinatória, onde a soma dos quadrados para tratamento foi decomposta em capacidade geral e específica de combinação.

As análises para as estimativas das capacidades combinatórias também foram realizadas, mediante o programa computacional GENES versão 2014.6.1. (Cruz, 2013), de acordo com o Método 2, Modelo 1 proposto por Griffing (1956), que estima os efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) de cada parental e os efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}), a partir de um conjunto de p parentais e dos $1/2p(p-1)$ híbridos F_1 's.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Na Tabela 3 são apresentados os valores e respectivas significâncias dos quadrados médios (QM) da análise de variância do dialelo, a média geral e os coeficientes de variação para os três caracteres avaliados. A ANOVA revelou a presença de diferenças significativas a 1 % de probabilidade pelo teste F, para todas as características tecnológicas da fibra, entre os genótipos avaliados.

Quadrados médios significativos são, de modo geral, evidências de que houve variabilidade entre os tratamentos e/ou genótipos, possibilitando a obtenção de estimativas satisfatórias dos parâmetros genéticos.

De acordo com a classificação citada por (AMPA e IMAmt, 2015), os valores médios obtidos nesse ensaio para as características tecnológicas da fibra (Tabela 1), podem ser classificados como: médio para comprimento (28,71 mm), fibra muito resistente (32,62 gf/tex) e grossa para finura (5,28µg/pol).

Tabela 3. Resumo da análise da variância para os três caracteres tecnológicos da fibra.

Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	GL	COMP (mm)	RES (gf/tex)	FIN (µg/pol)
Blocos	2	3,80	3,34	0,08
Genótipos	20	11,51**	17,57**	0,47**
Resíduo	40	0,63	2,12	0,07
Média		28,71	32,62	5,28
CV (%)		2,77	4,46	5,11

** significativo a 1 % de probabilidade pelo teste f. COMP – Comprimento da fibra; RES – Resistência de fibra e FIN – Finura.

4.2. AVALIAÇÃO DA MÉDIA DOS GENITORES E HÍBRIDOS (F₁'s)

Na Tabela 5 encontram-se os valores médios obtidos para as características tecnológicas da fibra avaliadas referentes aos respectivos, genitores e híbridos F₁'s.

Os cultivares desenvolvidos pela Embrapa Algodão da espécie *Gossypium hirsutum* L. em sua maioria e de outras instituições, agrupam-se na categoria de fibra média (29,00 a 32,00 mm) (FARIAS et al., 2008).

Para comprimento médio da fibra (COMP), os genótipos apresentaram variação de classificação entre fibras curtas e fibras médias, variando entre 26,73 e 32,70 mm. A combinação FM 993 x TAM B 139-17 apresentou o maior comprimento de fibra (32,70 mm),

seguido pelo genótipo TAM B 139-17 (32,26 mm), embora não tenham diferidos estatisticamente dos seguintes genitores: CNPA 04-2080 x TAM B 139-17, PSC 355 x TAM B 139-17, TAM B 139-17 x IAC 26 e TAMCOT-CAMD-E. Enquanto, os demais genitores se enquadraram num grupo estatístico de letra b pelo teste de Scott-Knott não diferindo entre si, e, tendo apresentado comprimentos de fibra inferiores ao exigido pela indústria têxtil.

Tabela 4. Valores médios dos genitores e híbridos F₁'s para os caracteres tecnológicos da fibra, segundo o teste de Scott e Knott (1974).

GENITORES	CARACTERES		
	COMP	RES	FIN
FM 993	27.53b	33.91a	5.55a
CNPA 04-2080	27.40b	30.55b	5.20a
PSC 355	27.53b	33.66a	5.33a
TAM B 139-17	32.26a	35.73a	4.33b
IAC 26	27.06b	34.40a	5.36a
TAMCOT-CAMD-E	26.73b	28.03b	4.96b
FM 993 x CNPA 04-2080	28.20b	30.86b	5.50a
FM 993 x PSC 355	27.87b	31.35b	5.58a
FM 993 x TAM B 139-17	32.70a	35.20a	4.76b
FM 993 x IAC 26	26.80b	30.84b	5.83a
FM 993 x TAMCOT-CAMD-E	28.22b	30.15b	4.93b
CNPA 04-2080 x PSC 355	27.52b	36.15a	5.78a
CNPA 04-2080 x TAM B 139-17	30.87a	34.13a	5.01b
CNPA 04-2080 x IAC 26	28.13b	32.16b	5.53a
CNPA 04-2080 x TAMCOT-CAMD-E	28.10b	29.40b	5.43a
PSC 355 x TAM B 139-17	31.56a	35.06a	4.90b
PSC 355 x IAC 26	27.53b	32.96a	5.86a
PSC 355 x TAMCOT-CAMD-E	27.50b	30.00b	5.40a
TAM B 139-17 x IAC 26	31.13a	35.76a	5.30a
TAM B 139-17 x TAMCOT-CAMD-E	31.16a	34.33a	4.76b
IAC 26 x TAMCOT-CAMD-E	27.10b	30.50b	5.53a

Média seguida da mesma letra não diferem entre si a 1 % de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. COMP – Comprimento da fibra; RES – Resistência da fibra e FIN – Finura.

Comercialmente, uma variedade deve ter uma resistência mínima de 28 gf/tex, valores abaixo são refugados para fins de exportação (FARIAS et al., 2008). Com relação à Resistência (RES), os genótipos apresentaram valores entre 28,03 e 36,15 gf/tex. Portanto, ainda que, tenha sido verificada diferença estatística significativa entre os genitores para resistência da fibra (média seguida de letra a e b), observa-se que todos estão agrupados num valor mínimo exigido pela indústria têxtil com fins de exportação.

Quanto à Finura (FIN), os genótipos variaram entre 5,86 $\mu\text{g/pol}$ e 4,33 $\mu\text{g/pol}$, sendo considerados valores acima do exigido pela indústria têxtil. O menor valor foi para o genótipo TAM B 139-17 (4,33 $\mu\text{g/in}$) e o maior valor foi para a combinação PSC 355 x IAC 26 (5,86 $\mu\text{g/in}$).

4.3. ANÁLISE DIALÉLICA

Os quadrados médios para as capacidades combinatórias e os valores dos componentes quadráticos associados à CGC e CEC, encontram-se sumarizadas na Tabela 6. Estes valores foram obtidos pelo desdobramento dos valores das somas de quadrados de genótipos na análise da variância, apresentados na Tabela 4.

Observa-se na Tabela 6, que todas as características estudadas apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F, para a capacidade geral de combinação. Por outro lado, para a capacidade específica de combinação houve significância a 1% de probabilidade pelo teste F para o comprimento e resistência da fibra e a 5% para o caráter finura.

A significância dos quadrados médios da CGC e da CEC indica que existe variabilidade genética devido à ação de genes de efeitos aditivos e não aditivos, respectivamente. Ou seja, tanto efeitos de genes aditivos quanto não aditivos estão envolvidos no controle das características estudadas. Contudo, observa-se, que para todas as características avaliadas houve maior estimativa do componente quadrático associado a CGC, indicando a predominância dos efeitos aditivos, o que foi encontrado também por Pedrosa et al. (2001) e Aguiar et al. (2007). Já Basal et al. (2011) observou predominância de efeitos não aditivos.

Tabela 5. Resumo da análise da variação das capacidades geral e específica de combinação de acordo com o modelo proposto por Griffing (1956).

Fonte de variação	Quadrado Médio			
	GL	COMP (mm)	RES (gf/tex)	FIN ($\mu\text{g/pol}$)
CGC	5	40,39**	51,24**	1,46**
CEC	15	1,88**	6,35**	0,14*
Resíduo	40	0,63	2,12	0,07
Φ CGC		1,65	2,04	0,05
Φ CEC		0,41	1,41	0,02

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, modelo fixo. Φ CGC – Componente quadrático associado a Φ CGC; Φ CEC – Componente quadrático associado à CEC; COMP – Comprimento da fibra; RES – Resistência da fibra e FIN – Finura.

4.3.1. Estimativa dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC)

O termo capacidade geral de combinação é utilizado para designar o comportamento médio de um genitor em todos os cruzamentos de que participa (SPRAGUE e TATUM, 1942; CRUZ e VENCOVSKY, 1989; CRUZ et al., 2004).

Vencovsky (1987), citado por Paini et al. (1996) e Pedrosa (2001), descreveu que a estimativa da CGC (g_i) é de grande importância para seleção de genitores em um programa de melhoramento, pois as altas estimativas de (g_i) geralmente ocorrem em genótipos com a maior frequência de alelos favoráveis.

De acordo com Cruz et al. (2012), baixas estimativas da CGC, positivas ou negativas, calculada com base em seus cruzamentos com os demais genitores, indicam que este não difere muito da média geral dos cruzamentos dialélicos. Estimativas de (g_i) altas e positivas são as que mais contribuem para o aumento da expressão do caráter, enquanto que aqueles com valores altos e negativos contribuem para a redução de sua manifestação.

Portanto, sabe-se que a CGC está relacionada com a concentração de genes predominantemente aditivos em seus efeitos. Assim Carvalho et al. (2010), citam que os genitores com altas estimativas de CGC deverão ser selecionados para os programas de melhoramento, formando novas populações e propiciando maiores ganhos nos ciclos de seleção.

Quando há predominância dos efeitos gênicos aditivos a estratégia que poderá proporcionar maiores ganhos é a utilização das populações híbridas em programas de seleção intrapopulacional. Ao contrário, quando há predominância de efeitos gênicos não-aditivos a estratégia de melhoramento interpopulacional, via exploração da heterose, poderá proporcionar maiores ganhos que o melhoramento intrapopulacional, conforme relata (AMARAL JÚNIOR et al., 1996).

Na Tabela 7 encontram-se as estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação dos genitores.

Com relação ao comprimento médio da fibra, apenas TAM B 139-17, apresentou estimativa positiva da ordem de 2,62 mm para CGC indicando uma contribuição genética importante para o respectivo caráter. Enquanto que as cultivares IAC 26 e TAMCOT-CAMD-E apresentaram as maiores estimativas negativas de -0,76 e -0,67 mm, respectivamente, consideradas indesejáveis para participar de programas de melhoramento visando o incremento desta característica.

Observa-se para os demais caracteres tecnológicos de fibra: resistência e finura, que o genótipo TAM B 139-17 apresenta-se como o melhor genitor, com estimativas de 2,19 gf/tex e -0,44 µg/pol, respectivamente. Para o último caráter (Finura) se desejam estimativas menores e negativas, ou seja, espera-se que esse genitor contribua no sentido de diminuir o valor do caráter em estudo, pois se buscam fibras finas e, por isso, a escolha do genitor TAM B 139-17. Por outro lado, os genitores TAMCOT-CAMD-E e IAC 26, contribuíram de forma indesejada em relação aos caracteres resistência e finura das fibras, respectivamente. Enquanto o primeiro, é o genitor que mais contribui diminuindo a resistência da fibra (-2,24 gf/tex), o segundo genitor (IAC 26), o que mais contribui para aumentar a finura da fibra (0,22 µg/pol) o que também é indesejável.

Tabela 6. Estimativa dos efeitos da capacidade geral de combinação para os caracteres tecnológicos da fibra.

GENITORES	COMP (mm)	RES (gf/tex)	FIN (µg/pol)
FM 993	-0,26	-0,26	0,09
CNPA 04-2080	-0,42**	-0,57*	0,08
PSC 355	-0,49**	0,55*	0,15**
TAM B 139-17	2,62**	2,19**	-0,44**
IAC 26	-0,76**	0,33	0,22**
TAMCOT-CAMD-E	-0,67**	-2,24**	-0,12*
DP (g_i)	0,14	0,27	0,05
DP (g_i- g_j)	0,22	0,42	0,07

** e * significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste t. Desvio-Padrão DP (g_i); Desvio-Padrão da diferença dos efeitos de dois genitores DP (g_i - g_j); COMP – Comprimento da fibra; RES – Resistência da fibra e FIN – Finura.

De acordo com Freire et al. (2008), os principais programas de melhoramento do algodoeiro no Brasil têm por objetivos, cultivares mais produtivas, precoces, com altos rendimentos de fibras (superior a 40 %), fibras finas (micronaire entre 3,7 e 4,2), resistentes (maior que 28 gf/tex) e uniformes (acima de 84 %).

Portanto, no presente estudo, tomando por base as estimativas da CGC (g_i) obtidas para as características avaliadas, bem como suas respectivas médias, indica-se o genótipo TAM B 139-17, como contribuinte de alelos favoráveis a melhoria da qualidade da fibra, para programas de melhoramento que buscam estas características.

4.3.2. Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC)

Segundo Cruz et al. (2012), a estimativa do efeito da capacidade específica de combinação é interpretada como sendo o desvio de um híbrido em relação ao que seria

esperado com base no comportamento médio da capacidade geral de combinação dos seus progenitores. Assim, valores absolutos baixos de s_{ij} indicam que as combinações híbridas, entre os genitores em estudo, se comportam como esperado com base na capacidade geral de combinação de seus progenitores. Valores altos absolutos de s_{ij} sejam negativos ou positivos, indicam que o comportamento de um determinado híbrido em particular é relativamente melhor ou pior do que o esperado com base na capacidade geral de combinação de seus progenitores. As estimativas para capacidade específica de combinação (s_{ij}) estão relacionadas, portanto, com os efeitos não aditivos dos genes.

De acordo com Carvalho (1993), a significância da capacidade específica de combinação reflete a ação de efeitos gênicos não aditivos, apontando que há interações intra-alélicas, sejam relacionadas a genes que manifestam efeitos de dominância ou epistasia.

Cruz e Vencovsky (1989) descrevem que o híbrido mais favorável é aquele de maior capacidade específica de combinação, no qual um dos genitores apresenta a maior capacidade geral de combinação. Paini et al. (1996), descrevem serem estas combinações híbridas de interesse para o melhoramento.

Na Tabela 8 encontram-se as estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação para os caracteres tecnológicos da fibra em estudo.

Para comprimento da fibra observa-se, que a melhor combinação foi FM 993 x TAM B 139-17, pois, apresentou a maior estimativa positiva para a CEC com valor da ordem de 1,62 mm. O que era esperado com base no desempenho do genitor TAM B 139-17 que em sua estimativa para CGC revelou valor positivo e alto. Observa-se, ainda que para este caráter o genitor FM 993, que apresentou estimativa negativa e baixa para CGC, quando em combinação com material de estimativa positiva e alta, originou o híbrido com a mais alta estimativa.

A combinação CNPA 04-2080 x PSC 355 apresentou a maior estimativa positiva da CEC para resistência da fibra (3,53 gf/tex), seguida pelo híbrido TAM B 139-17 x TAMCOT-CAMD-E, com estimativa de C.E.C. de (1,75 gf/tex). Com um dos genitores de estimativa da CGC positiva (PSC 335 e TAM B 139-17 com valores de 0,55 gf/tex e 2,19 g/tex, respectivamente).

Para o caráter finura a maior estimativa negativa foi expressa pelo híbrido FM 993 x TAMCOT-CAMD-E com estimativa de (-0,32 $\mu\text{g}/\text{pol}$), com o genitor TAMCOT-CAMD-E apresentando estimativa negativa para a CGC. Para o melhoramento este híbrido é desejável quando se busca linhagens com fibras mais finas, as quais são de interesse da indústria têxtil.

Tabela 7. Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação para os caracteres tecnológicos da fibra.

HÍBRIDOS F ₁ 'S	COMP	RES	FIN
FM 993	-0,65	1,82**	0,08
CNPA 04-2080	-0,47	-0,93	-0,25*
PSC 355	-0,19	-0,08	-0,25*
TAM B 139-17	-1,69**	-1,28*	-0,05
IAC 26	-0,10	1,11	-0,37**
TAMCOT-CAMD-E	-0,62	-0,10	-0,07
FM 993 x CNPA 04-2080	0,17	-0,92	0,03
FM 993 x PSC 355	-0,08	-1,56*	0,05
FM 993 x TAM B 139-17	1,62**	0,64	-0,16
FM 993 x IAC 26	-0,87*	-1,84*	0,23
FM 993 x TAMCOT-CAMD-E	0,45	0,03	-0,32*
CNPA 04-2080 x PSC 355	-0,27	3,53**	0,26
CNPA 04-2080 x TAM B 139-17	-0,04	-0,11	0,08
CNPA 04-2080 x IAC 26	0,60	-0,21	-0,06
CNPA 04-2080 x TAMCOT-CAMD-E	0,48	-0,41	0,18
PSC 355 x TAM B 139-17	0,72	-0,31	-0,09
PSC 355 x IAC 26	0,07	-0,55	0,20
PSC 355 x TAMCOT-CAMD-E	-0,04	-0,94	0,08
TAM B 139-17 x IAC 26	0,56	0,61	0,23
TAM B 139-17 x TAMCOT-CAMD-E	0,51	1,75*	0,05
IAC 26 x TAMCOT-CAMD-E	-0,16	-0,21	0,14
DP(S _{ii})	0,33	0,61	0,11
DP(S _{ij})	0,40	0,74	0,13
DP(S _{ii} - S _{jj})	0,45	0,84	0,15
DP(S _{ij} - S _{ik})	0,60	1,11	0,20
DP(S _{ij} - S _{kl})	0,56	1,03	0,19

** e * significativo a 1 % e 5 % de probabilidade pelo teste t. COMP – Comprimento da fibra; RES – Resistência da fibra e FIN – Índice de micronaire.

5. CONCLUSÕES

- Há variabilidade genética entre os genótipos para todas as características estudadas a 1% de probabilidade.
- Para todas as características avaliadas a ação dos efeitos gênicos aditivos foi predominante.
- O genótipo TAM B 139-17 obteve as maiores estimativas positivas da CGC para o comprimento e a resistência da fibra e a maior estimativa negativa para finura.
- As melhores combinações híbridas para as respectivas características foram: FM 993 x TAM B 139-17 (comprimento); CNPA 04-2080 x PSC 355 e TAM B 139-17 X TAMCOT-CAMD-E (resistência) e FM 993 x TAMCOT-CAMD-E (finura), e podem ser indicadas para futuros programas de melhoramento do algodoeiro para qualidade de fibra.

6. REFERÊNCIAS

ABRAPA - Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Estatística – O algodão no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Brasil.aspx>>. Acesso em: 10 de Novembro 2016.

ABRAPA - Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Estatística – O algodão no mundo**. Disponível em: <<http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Mundo.aspx>>. Acesso em: 10 de Novembro 2016.

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.

AMARAL JÚNIOR, A. T., CASALI, W. D.; SCAPIM, C. A.; SILVA, D. J. H.; CRUZ, C. D. Análise dialélica da capacidade combinatória de cultivares de tomateiro. **Bragantia**, v. 55, p.67 – 73, 1996.

BASAL, H.; CANAVAR, O.; KHAN, N. U.; CERIT, C. S. Combining ability and heterotic studies through line x tester in local and exotic upland cotton genotypes. **Pakistan Journal of Botany**, v. 43, n. 3, p. 1699 – 1706, 2011.

BECHERE, E.; ZENG, L.; HARDIN IV, R. G. Combining ability of ginning rate and net ginning energy requirement in upland cotton. **Crop Science**, v. 56, n. 2, p. 499 – 504, 2016.

BELTRÃO, N. E.; NETO, M. S.A.; LIMA, R. L. S.; LEÃO, A. B.; ALBUQUERQUE, W. G.; CARDOSO, G. D. Zoneamento do algodão herbáceo no Nordeste. In: BELTRÃO, N. E.; AZEVEDO, M. P., (Ed.) **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2ºed., Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.113-127.

BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P (Ed.) **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, v.1, 2008.

CARVALHO, L. P. Contribuição do melhoramento ao cultivo do algodão. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.) **O Agronegócio do algodão no Brasil**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, v. 1, 2008. Cap. 9, p. 273 – 297.

CARVALHO, L. P. **Divergência genética e análise dialélica de *Gossypium hirsutum* L. var. latifolium Hutch.** 1993. 203f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento)– Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

CARVALHO, L. P. O gênero *Gossypium* e suas espécies cultivadas e silvestres. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.) **O agronegócio do algodão no Brasil.** 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, v. 1, 2008. Cap. 8, p. 253 – 270.

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.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2015/2016.** Oitavo Levantamento, Maio de 2016. Disponível em: <http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/11490/11490_10.PDF>. Acesso em 06 de Junho de 2016.

CRISÓSTOMO, J. R. **Avaliação da estrutura e do potencial genético de uma população de algodoeiro (*G. hirsutum* L.) parcialmente autógama.** 1989. 191 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

CRUZ, C. D. **Aplicativo computacional em Genética e Estatística: Programa Genes.** Viçosa: UFV, 2001.

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. **Programa GENES: biometria.** Viçosa: UFV, 2006.

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

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.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, p.425-438, 1989.

EMBRAPA ALGODÃO. **Cultivo do algodão herbáceo na agricultura familiar: cultivares**. Versão Eletrônica. Campina Grande, Embrapa Algodão, Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/cultivares.htm>>. Acesso em: 03 de junho de 2016. (Sistemas de produção, 1). 2003.

FARIAS, F. J. C.; FREIRE, E. C.; BELTRÃO, N. E. M.; BÉLOT, J-L.; CARVALHO, L. P. Caracteres de importância econômica no melhoramento do algodoeiro. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.) **O agronegócio do algodão no Brasil**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, v. 1, 2008. Cap. 13, p. 415 – 429.

FREIRE, E. C. **Distribuição, coleta, uso e preservação das espécies silvestres de algodão no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2000. 28p. (EMBRAPA-CNPA. Documentos, 78).

FREIRE, E. C.; LIMA, E. F.; ANDRADE, F. P. de. Melhoramento genético. In: AZEVEDO, D. M. P. de.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Algodão, 2001. Cap. 10, p. 230-256.

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: Embrapa Informações Tecnológicas, v. 1, 2008. Cap. 10, p. 299 – 324.

GRIFFING, B. Concept of general and specific ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.9, n.4, p.462-93, 1956.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, v.39, p.789 809, 1954.

KHAN, N. U.; HASSAN, G.; MARWAT, K. B.; TULLAH, F.; KUMBHAR, M. B.; PARVEEN, A.; AIMAN, U. E.; KHAN, M. Z.; SOOMRO, Z. A.; Diallel analysis of some quantitative traits in *Gossypium hirsutum* L. **Pakistan Journal of Botany**, v. 41, n. 6, p. 3009 – 3022, 2009.

KOEPPEN, W. **Climatologia: Un estudo de los climas de la Tierra**. Trad. Pedro R.H. Perez, Fondo de Cultura Econômica, México, 1948.

LIMA, J. J.; BELOT, J. L. A fibra de algodão: qualidade e classificação. In: BELOT, J. L., (Ed.) **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso**. 2^oed., Cuiabá, Editora Casa da Árvore, 2015. p.280-294.

NETO, F. C. V.; FREIRE, E. C. Melhoramento genético do algodoeiro. In: NETO, F. C. V.; CAVALCANTI, J. J. V. (Ed.) **Melhoramento genético de plantas no nordeste**. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, v. 1, 2013. Cap. 3, p. 49 – 83.

PAINI, J. N.; CRUZ, C. D.; DELBON, J. S.; SCAPIM, C. A. Capacidade combinatória e heterose em cruzamentos intervarietais de milho avaliados sob as condições climáticas da região sul do Brasil. **Revista Ceres**, v. 43, n. 247, p. 288 -300, 1996.

PATEL, D. H.; PATEL, D. U.; KUMAR, V. Heterosis and combining ability analysis in tetraploid cotton (*G. hirsutum* L. and *G. barbadense* L.). **Electronic Journal of Plant Breeding**, v. 5, n. 3, p. 408 – 414, 2014.

PEDROSA, M. B. **Avaliação das capacidades geral e específica de combinação e da heterose em algodoeiro (*Gossipium spp.*), por meio de cruzamentos dialélicos**. Areia: CCA-UFPB, 2001. 63p. Dissertação Mestrado.

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

QUEIROZ, N. L. **Capacidade de combinação entre genótipos de algodoeiro de diferentes bases genéticas em sistema orgânico**. 2010. 28 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia. Orientado por João Luis da Silva Filho.

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.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B., ZIMMERMANN, M. J. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicação ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia, UFV, 1993. 217 p.

RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A. de. **Aspectos sócio-econômicos do algodoeiro**. In: EMBRAPA: Agropecuária Oeste. (Doutorados, MS). Algodão: Tecnologia de produção. Doutorados: EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p.13-34.

SAUNDERS, J. H. **The wild species of *Gossypium* and their evolutionary history**. London: Oxford University Press, 1961. 62 p.

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.

SINGH, S.; SINGH, V.V.; CHOUDHARY, A.D. Combining ability estimates for oil content, yield components and fibre quality traits in cotton (*G. Hirsutum*) using an 8 × 8 diallel mating design. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 12, n. 1, p. 161-166, 2010.

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.

SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, W. M.; MORELLO, C. L. Resistência genética do algodoeiro a doenças. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.) **O agronegócio do algodão no Brasil**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, v. 1, 2008. Cap. 11, p. 327 – 354.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

APÊNDICES

Apêndice 1

Apêndice 1. Esquema representativo do dialelo balanceado incluindo seis genitores e quinze híbridos (F₁'s), de acordo com a metodologia de cruzamentos dialélicos balanceado proposta por Griffing (1956) Modelo 1, Método 2.

PROGENITORES	1-FM 993	2-CNPA 04-2080	3-PSC 355	4-TAM B 139-17	5-IAC 26	6-TAMCOT -CAMD-E
1-FM 993	FM 993	FM 993 X CNPA 04-2080	FM 993 X PSC 355	FM 993 X TAM B 139-17	FM 993 X IAC 26	FM 993 X TAMCOT-CAMD-E
2-CNPA 04-2080		CNPA 04-2080	CNPA 04-2080 X PSC 355	CNPA 04-2080 X TAM B 139-17	CNPA 04-2080 X IAC 26	CNPA 04-2080 X TAMCOT-CAMD-E
3-PSC 355			PSC 355	PSC 355 X TAM B 139-17	PSC 355 X IAC 26	PSC 355 X TAMCOT-CAMD-E
4-TAM B 139-17				TAM B 139-17	TAM B 139-17 X IAC 26	TAM B 139-17 X TAMCOT-CAMD-E
5-IAC 26					IAC 26	IAC 26 X TAMCOT-CAMD-E
6-TAMCOT-CAMD-E						TAMCOT-CAMD-E

Apêndice 2

Apêndice 2. Esquema do ensaio para análise dialélica – Patos 2015

REP	2	21	3	20	4	19	5	18	6	17	7	16	8	15	9	14	10	13	11	1	12	REP
3	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	3
REP	18	16	14	12	10	8	6	4	2	9	7	5	3	1	20	21	19	17	15	13	11	REP
2	221	220	219	218	217	216	215	214	213	212	211	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201	2
REP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	REP
1	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	1

PARCELA: 101 A 301

TRATAMENTO: 1 A 21

Legenda dos tratamentos (nome e número)

1	FM 993	8	FM 993 X PSC 355	15	CNPA 04-2080 X TAMCOT-CAMD-E
2	CNPA 04-2080	9	FM 993 X TAM B 139-17	16	PSC 355 X TAM B 139-17
3	PSC 335	10	FM 993 X IAC 26	17	PSC 355 X IAC 26
4	TAM B 139-17	11	FM 993 X TAMCOT-CAMD-E	18	PSC 355 X TAMCOT-CAMD-E
5	IAC 26	12	CNPA 04-2080 X PSC 355	19	TAM B 139-17 X IAC 26
6	TAMCOT - CAMD - E	13	CNPA 04-2080 X TAM B 139-17	20	TAM B 139-17 X TAMCOT-CAMD-E
7	FM 993 X CNPA 04-2080	14	CNPA 04-2080 X IAC 26	21	IAC 26 X TAMCOT-CAMD-E