

## Divergência genética entre genitores de algodoeiro de fibras brancas e coloridas

Jonas Cunha Neto<sup>1</sup>, Cândida Hermínia Campos de Magalhães Bertini<sup>2</sup>, Ana Paula Moura da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faculdade Centro Mato-Grossense, Rua Rui Barbosa, 380, Centro, CEP 78890-000, Sorriso-MT, Brasil. E-mail: jonascunha.neto@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Av. Humberto Monte, s/n, Departamento de Fitotecnia, Bloco 805, Planalto Pici, CEP 60455-760, Fortaleza-CE, Brasil. E-mail: candida@ufc.br

<sup>3</sup> Embrapa Agrossilvipastoril, Rodovia dos Pioneiros MT 222, km 2.5, s/n, CEP: 78550-970, Sinop-MT, Brasil. Caixa Postal 343. E-mail: ap.mourasilva@gmail.com

### RESUMO

A presença de variabilidade genética é a premissa fundamental para o sucesso de qualquer programa de melhoramento genético. Nesse sentido, a adoção de métodos que sejam capazes de identificar populações divergentes é de suma importância. O presente trabalho foi conduzido para identificar a divergência genética entre cultivares de algodoeiro de fibra branca e de fibras coloridas, bem como a importância das características para a divergência genética, por meio de técnicas multivariadas. O experimento foi conduzido sob o delineamento de blocos casualizados com 10 tratamentos, espaçamento de 1,25 m entre linhas e 0,25 entre plantas, 5 plantas por parcela. Os dados coletados foram submetidos a ANOVA e posteriormente procedeu-se as análises de divergência por meio da  $D^2$ , Tocher. Bem como, identificação das características de maior contribuição para a divergência genética pelo método de Singh (1981). As cultivares mais divergentes foram a BRS Verde e BRS Buriti, seguidas da BRS Verde e BRS 293. As menores distâncias foram obtidas entre as cultivares de fibra branca. As características índice de fiabilidade; porcentagem de fibras; peso de algodão em caroço e peso de algodão em pluma foram mais importantes para a divergência genética entre os genitores.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* L., Mahalanobis, Singh

### *Genetic divergence among progenitors of white cotton fibers and colored*

### ABSTRACT

The presence of genetic variability is critical to the success of any breeding program premise. In this sense, the adoption of methods, which are able to identify different populations, is of paramount importance. The present study was conducted to identify the genetic divergence between cotton cultivars of white fiber and colored fibers, well as the importance of the characteristics to genetic diversity, through multivariate techniques. The experiment was conducted in a randomized complete block, spaced 1.25 m between rows and 0.25 between plants and five plants per plot. Collected data were analyzed by ANOVA and subsequently proceeded to the analysis of divergence by  $D^2$ , Tocher and canonical variables. The most divergent cultivars, involving different groups, was between the BRS Verde and BRS Buriti, followed by BRS 293 and BRS. Smaller distances were obtained between cultivars of white fiber. The features reliability index, percentage of fibers, cottonseed weight and weight cotton lint were more important for the genetic divergence between the parents.

**Key words:** *Gossypium hirsutum* L., Mahalanobis, Singh

## Introdução

Os trabalhos de melhoramento genético em algodoeiros com fibras naturalmente coloridas, desenvolvidos pela Embrapa, propiciaram o lançamento de cinco cultivares comerciais (BRS 200, BRS Verde, BRS Rubi, BRS Safira e BRS Topázio). Como resultado, impulsionaram a cadeia produtiva do algodão colorido e beneficiaram agricultores familiares na região Nordeste do Brasil. Nesta região, os agricultores familiares produzem, e comercializam a fibra naturalmente colorida por um preço melhor quando comparado ao algodão branco, uma vez que colorido é cultivado em base orgânica e agroecológica nessa região. Isso que gera um produto com apelo ecológico, que estimula o nível de consciência ambiental de maneira geral, beneficiando a todos os segmentos da cadeia produtiva (Carvalho et al., 2011).

No entanto, para que novos cultivares de fibras naturalmente colorida sejam lançados, estas devem atender as demandas do produtor, das empresas de beneficiamento e da indústria de fiação e tecelagem. Para o produtor, os cultivares devem ser produtivos, uniformes quanto ao porte e ciclo, além de resistentes às principais pragas e doenças. Já para a indústria, o rendimento da pluma extraída do algodão em caroço, deve ser levado em consideração. Para atender tais objetivos, os programas de melhoramento preconizam um rendimento no beneficiamento superior a 40%, peso do capulho superior a 7g e peso de 100 sementes acima de 12g. Já a indústria de fiação e tecelagem exige uma série de atributos físicos da fibra, tais como, comprimento da fibra entre 32 a 34 mm, uniformidade no comprimento acima de 83%, resistência das fibras no mínimo de 27 gf tex<sup>-1</sup> (gramas - força por tex) em aparelho HVI (High Volume Instrument, finura das fibras na faixa de 3,6 a 4,2 µg/pol<sup>2</sup> e maturidade das fibras no mínimo de 77% (Penna, 2005).

Para alcançar tais objetivos, Juhasz et al. (2013) mencionaram o uso de cultivares da espécie *Gossypium barbadense* L., como um dos parentais em hibridações específicas. Isso porque esta é uma espécie de importância na produção de fibras especiais, de alta qualidade. No entanto, é necessário que tais genitores sejam geneticamente divergentes, para a obtenção de híbridos promissores. Assim, os estudos de divergência genética são fundamentais para a identificação dos genitores que poderão produzir as melhores combinações híbridas.

Estudos de divergência genética fornecem parâmetros úteis à identificação de genótipos superiores para formação de populações segregantes antes que os cruzamentos ocorram, permitindo aos melhoristas concentrarem esforços nas combinações que apresentam maior probabilidade de sucesso (Maluf et al., 1983; Bertan et al., 2006).

Entre os métodos preditivos de divergência genética que utilizam medidas de dissimilaridade, a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) e a distância euclidiana são as mais utilizadas. A primeira necessita de repetições para ser estimada, condição não exigida pela segunda. Por essa razão, a distância euclidiana é bastante utilizada em hibridações de algodoeiro. Uma vez que devido ao grande número de híbridos avaliados, geralmente os dados são coletados sem repetições (Carvalho et al., 2003).

Outras técnicas de análise multivariada, tais como, análise de componentes principais e variáveis canônicas, também são opções viáveis em estudos de diversidade genética. Permitem múltiplas combinações de informações dentro de uma unidade experimental (Moreira et al., 2009). Além disso podem ser associadas a métodos preditivos de divergência genética, tais como, a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) e a distância euclidiana. A associação entre essas técnicas multivariadas está sendo bastante utilizada no melhoramento de plantas, principalmente por se basear em características morfológicas e fisiológicas dos genótipos e, especialmente, quando o número de genitores é elevado (Carvalho, et al., 2003). Além disso, o uso destas técnicas facilita a visualização da divergência genética através da projeção das distâncias genéticas em espaços n-dimensionais (2D e 3D). Possibilita também a avaliação da importância de cada caráter estudado sobre a variação total disponível entre os genótipos estudados (Cruz et al., 2011).

Diante do exposto, o presente trabalho foi conduzido com a finalidade de identificar a divergência genética entre genitores de algodoeiro de fibra branca e colorida, e quais características são mais importantes para essa divergência.

## Material e Métodos

Foram utilizados dez cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), divididos em dois grupos: o primeiro composto por seis cultivares de fibra branca e o segundo por quatro cultivares de fibra colorida (Tabela 1). Essas cultivares foram obtidas por meio da cooperação entre a Universidade Federal do Ceará (UFC) e a Embrapa Algodão. Foram escolhidos por apresentarem diferentes origens genéticas e características agrônomicas e de qualidade de fibra distintas.

O experimento foi instalado no mês de novembro de 2012, conduzido em sistema de irrigação por aspersão, em solo arenoso, no *Campus* do Pici, da UFC, município de Fortaleza-CE. O clima da região é do tipo Aw (tropical chuvoso), conforme classificação de Köppen, com temperatura média anual de 26 °C, sendo a máxima de 34 °C e a mínima de 21 °C. A precipitação média anual é de 1.600 mm, com época mais seca ocorrendo no inverno, verificando-se o máximo de chuvas no outono (Inmet, 2008).

Utilizou-se o delineamento casualizado em blocos completos, com cinco repetições, 10 tratamentos (genitores) e 5 plantas por parcelas, no espaçamento de 1,25 m entre linhas e 0,25 m entre plantas. Durante o período da colheita

**Tabela 1.** Identificação e cor da fibra dos genótipos de algodoeiro herbáceo utilizados no experimento. Fortaleza-CE, 2013

Tratamento	Identificação	Cor da fibra
1	BRS Verde	Verde
2	BRS Rubi	Marrom
3	BRS Safira	Marrom
4	BRS Topázio	Marrom
5	BRS Acácia	Branca
6	BRS Araripe	Branca
7	BRS Buriú	Branca
8	BRS Seridó	Branca
9	BRS 286	Branca
10	BRS 293	Branca

foram coletados 20 capulhos por tratamento, todos retirados na região mediana das plantas. Após a colheita as amostras foram identificados e encaminhadas ao laboratório de tecnologia de fibras da Embrapa Algodão, localizado em Campina Grande, Paraíba. Foram avaliados os caracteres agrônômicos e tecnológicos das fibras em HVI: Peso do Algodão em Caroço (PAC), Peso do Algodão em Pluma (PAP), ambos em gramas, Percentagem de fibras (%FIB), Peso Médio do Capulho (PMC), em gramas, Comprimento de fibra (UHM), em milímetros, Uniformidade (UNF), índice de fibras curtas (SFI) em percentagem, Resistência de fibra (STR) em gf/tex, Elongamento (ELG) em percentagem, Micronaire (MIC) em  $\mu\text{g in}^{-1}$ , Maturidade (MAT) e Índice de fiabilidade (CSP).

Primeiramente os dados foram submetidos ao teste de Lilliefors, que verifica a normalidade da distribuição dos erros e ao teste de Bartlett, para verificar a homogeneidade das variâncias residuais entre as cultivares (Steel et al, 1997). Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Todas as análises genético-estatísticas utilizadas neste trabalho foram realizadas no programa GENES (Cruz, 2011).

O esquema da análise de variância pode ser observado na Tabela 2. Os valores de cada parcela para a análise de variância correspondem aos dados de cinco plantas amostradas por parcela.

**Tabela 2.** Esquema da análise de variância segundo delineamento de blocos casualizados, com respectivas esperanças dos quadrados médios, ao nível de média por parcela

FV	GL	SQ	QM	F	E (Q.M.)
Bloco	$r - 1$	SQB	QMB		$\sigma^2 + g\sigma_e^2$
Genótipo	$g - 1$	SQT	QMT	QMT/QMR	$\sigma^2 + r\sigma_g^2$
Resíduo	$(r - 1)(g - 1)$	SQR	QMR		$\sigma_e^2$
Total	$gr - 1$	SQT <sub>o</sub>			
Média	$M$				
CV %	$(100\sqrt{\text{QMR}})/m$				

$\sigma_g^2 = [(\sum g_i^2)/t] - 1$ : diferencial genético;  $\sigma_e^2$ : variância do erro experimental; obs: o efeito devido a repetição foi considerado aleatório e o efeito de tratamento, fixo.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey e os parâmetros genéticos estimados a partir das equações:

$$\varphi_f = \frac{\text{QMT}}{r}$$

$$\varphi_g = \frac{\text{QMR} - \text{QMT}}{r}$$

$$\sigma_e^2 = \text{QMR}$$

$$H^2 = \left( \frac{\hat{\varphi}_g}{\varphi_f} \right) 100$$

$$\text{CV}_g \% = \frac{(100\sqrt{\varphi_g})}{m}$$

$$\text{CV}_e = \frac{100\sqrt{\sigma_e^2}}{m}$$

$$b = \frac{\text{CV}_g}{\text{CV}_e}$$

em que:

$\varphi_f$  - componente quadrático associado aos efeitos fenotípicos

QMT - quadrado médio do tratamento

$r$  - número de blocos

$\varphi_g$  - componente quadrático associado aos efeitos genotípicos

QMR - quadrado médio do resíduo

$\sigma_e^2$  - variância ambiental

$H^2$  - coeficiente de determinação genotípico

$\text{CV}_g$  - coeficiente de variação genética

$\text{CV}_e$  - coeficiente de variação experimental

$m$  - média

$b$  - relação entre o  $\text{CV}_g$  e o  $\text{CV}_e$

Para a formação de grupos com diferentes graus de dissimilaridades, foi utilizado o método de agrupamento por otimização de Tocher a partir da matriz de dissimilaridade, com base na distância generalizada de Mahalanobis. Em seguida, foi realizada também a dispersão gráfica dos genitores com base nas variáveis canônicas que apresentaram um mínimo de 80% da variação disponível, conforme Cruz et al. (2004).

A identificação das características com maior contribuição para a divergência genética entre os genótipos, foi realizada segundo o método de Singh (1981). Por este método, considera-se de menor importância para a divergência genética as características que apresentam menor variabilidade ou que estão correlacionadas com outras (Cruz et al., 2011).

## Resultados e Discussão

Foram detectadas diferenças significativas entre os genitores em todas as características avaliadas. Verificou-se que todos os genitores produtores de fibras brancas foram superiores àqueles de fibras coloridas, em toda as características de produção (Tabela 3). Todavia, os genitores de fibras coloridas BRS Verde e BRS Topázio apresentaram desempenho semelhante ao observado nos genitores de produtores de fibras brancas.

Em todas as características de produção, verificou-se baixos valores dos coeficientes de variação experimental (CV%), isto demonstra uma boa precisão dos dados experimentais, segundo Pimentel Gomes (2000). Principalmente para a característica percentagem de fibra (%FIB), a qual apresentou o menor valor de CV%. Com relação aos parâmetros genéticos estimados, verificou-se a presença de valores de variabilidade genética (CVg%) acima de 10%. Destaque para a características peso de algodão em pluma (PAP) com valor de CVg% igual a 24,37%.

Entre as características avaliadas, a maior variabilidade foi observada para a qualidade da fibra (Tabela 4). A importância da classificação das propriedades físicas das fibras por meio do instrumento HVI permitiu ao produtor identificar as fibras que satisfaçam as exigências da indústria têxtil. Bem como possibilita ao fiandeiro tomar decisões quanto a aprovação da

**Tabela 3.** Médias, Coeficiente de variação (CV), Coeficiente de variação genético (CVg), e razão CVg/CVe; Componente quadrático associado aos efeitos genéticos ( $\phi_g$ ); Variância ambiental ( $\sigma_g^2$ ) e Coeficiente de determinação genotípico ( $H_g^2$ ) das variáveis das características de produção do algodão: Peso de algodão em caroço (PAC); Peso médio de algodão em pluma (PAP); Percentagem de fibra (%FIB); Peso médio de capulho (PMC), avaliadas em dez cultivares de algodão. Fortaleza-CE, 2013

Progenitor	PAC (g)	PAP (g)	%FIB	PMC (g)
BRS Verde	80,48ab	21,94b	27,42d	4,02ab
BRS Rubi	51,86c	16,9b	33,18c	2,56c
BRS Safira	65,48bc	21,52b	33,20 c	3,28bc
BRS Topázio	82,42ab	33,36a	40,46a	4,12ab
BRS Acácia	95,70a	34,02a	35,50 b	4,78a
BRS Araripe	93,16a	36,28a	38,98a	4,64a
BRS Buriti	96,26a	38,38a	39,94a	4,80a
BRS Seridó	90,70a	32,98a	36,34b	4,52a
BRS 286	91,40a	35,84a	39,22a	4,0 a
BRS 293	89,84a	36,24a	40,40a	4,48a
CV(%)	10,70	9,89	2,04	10,82
CVg(%)	16,66	24,37	11,59	16,79
CVg/CVe	1,56	2,47	5,67	1,55
$\phi_g$	194,51	56,15	17,85	0,50
$\sigma_g^2$	80,22	9,24	0,56	0,20
$H_g^2$	92,38	96,81	99,38	92,33

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

compra da matéria prima e quanto a sua forma de consumo (Sestren & Lima, 2007).

As características de comprimento (UHM, UNF e SFI) são importantes para a resistência e regularidade dos fios e as perdas na fiação, pois influenciam os processos subsequentes à fiação dos tecidos, tais como a resistência a torção e a aparência da massa dos fios (Sestren & Lima, 2007; Jeronimo et al 2014).

Neste sentido, observa-se que os genitores de fibras brancas foram superiores, com fibras longas de elevada uniformidade e baixo índice de fibras curtas. Já os genitores de fibras coloridas, foram classificados como regulares. Exceção para BRS Safira e Topázio que na característica UHM, apresentaram fibras curtas e para a característica SFI onde apenas o BRS Topázio apresentou baixo conteúdo de fibras curtas.

As características da STR e ELG estão relacionadas com a resistência dos fios e tecidos, pois fibras fortes geram fios e tecidos resistentes que suportam altos impactos e altas tensões durante o processo têxtil (Sestren & Lima, 2007). Desta

maneira observou-se (Tabela 4) que novamente os genitores brancos foram superiores aos coloridos nas características STR com fibras de alta resistência. Todavia, com relação elasticidade das fibras, determinada por ELG, percebe-se que apesar das diferenças estatísticas observadas em todos os genótipos, a exceção da maior elasticidade de fibras apresentadas BRS Rubi (5,06) e BRS Topázio (5,60), todos os demais produziram fibras com elasticidade muito baixas.

A característica MIC evidencia o nível de espessura e também norteia a gama de títulos de fios a serem fabricados, uma vez que exerce forte influência na eficiência de limpeza, no índice de quebra de fibras e na eficiência de remoção do emaranhado de fibras que se quebram durante o processo produtivo dos tecidos, conhecidas como “neps”.

Porém estas características não devem ser analisadas individualmente, pois está correlacionada com a MAT. De modo que fibras com baixos valores de MIC e elevados valores de MAT, são as mais desejadas no setor têxtil já que produziram fios e tecidos finos e fortes. Assim, o BRS Verde foi o que produziu fios mais finos (2,66), porém imaturos (0,80), portanto mais sujeitos a formação de “neps” e quebras durante o processo produtivo. Entre os genitores coloridos apenas o BRS Topázio se destaca já que foi o único com fibras finas (3,84) e maduros (0,90).

Já entre os genitores brancos, observa-se que os BRS Araripe, Buriti e 293 apresentaram fios de espessura média, com os respectivos valores de MIC: 4,24; 4,72; 4,24, enquanto os demais genitores apresentaram fios de espessura fina. Porém, todos os genitores de fibras brancas apresentaram fibras maduras, portanto mais resistentes e mais desejáveis à indústria têxtil.

O índice de fiabilidade (CSP) permite determinar o poder de fiabilidade da fibra. Quanto maior seu valor, maior será a resistência dos fios a serem fiados. Desta forma verificou-se a hegemonia dos genitores de fibras branca com CSP classificados como muito altos (acima de 2250). Entre os coloridos destacam-se o BRS Verde (2044,42) e BRS Topázio (2215,68) com altos CSP, seguidos pelo BRS Safira (1862,84) com CSP médio.

**Tabela 4.** Médias, coeficiente de variação (CV), Coeficiente de variação genético (CVg), e razão CVg/CVa; Componente quadrático associado aos efeitos genéticos ( $\phi_g$ ); Variância ambiental ( $\sigma_g^2$ ) e Coeficiente de determinação genotípico ( $H_g^2$ ) das 10 características tecnológicas da fibra do algodão em HVI: Comprimento da fibra, em mm, (UHM); Uniformidade das fibras (UNF); Índice de fibras curtas (SFI); Resistência das fibras (STR); Alongamento à ruptura da fibra (ELG); Índice de micronaire (MIC); Maturidade da fibra (MAT); Índice de fiabilidade (CSP), avaliadas em dez cultivares de algodão. Fortaleza-CE, 2013

Progenitor	UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT	CSP
BRS Verde	25,26 d	81,08 b	10,48b	21,24d	4,38 bc	2,66 d	0,80b	2044,42 c
BRS Rubi	21,40 e	81,26 b	12,66 a	21,12 d	5,06 ab	4,24 ab	0,9 a	1498,78 d
BRS Safira	22,14 e	80,52 c	12,06 a	24,92 c	5,60 a	3,46 c	0,82 b	1862,84 cd
BRS Topázio	27,32 c	82,06 b	9,74 c	24,82 c	4,08 cd	3,84 bc	0,90 a	2215,68 c
BRS Acácia	32,62 a	84,96 a	6,14 d	35,38 a	3,56 ef	3,60 bc	0,88 a	3469,26 a
BRS Araripe	28,68 b	84,60 a	7,26 d	31,52 b	3,78 de	4,24 ab	0,90 a	2839,04 b
BRS Buriti	29,70 b	84,54 a	7,18 d	33,48 a	3,24 f	4,72 a	0,90 a	2913,78 b
BRS Seridó	29,38 b	85,50 a	6,76 d	34,02 a	3,48 ef	3,94 bc	0,90 a	3184,26 ab
BRS 286	28,42 b	85,08 a	6,84 d	33,08 a	4,8 bc	3,96 bc	0,90 a	3031,42 b
BRS 293	28,18 b	84,76 a	6,96 d	33,32 a	4,9 ab	4,24 ab	0,90 a	2944,56 b
CV(%)	3,44	0,71	7,96	4,62	6,73	7,21	2,24	6,40
CVg(%)	12,59	2,31	27,78	19,04	18,06	14,1	4,17	24,72
CVg/CVe	3,66	3,26	3,49	4,12	2,68	1,96	1,86	3,86
$\phi_g$	11,81	3,71	5,72	31,10	0,56	0,30	0,00	413332,96
$\sigma_g^2$	0,88	0,35	0,47	1,83	0,08	0,78	0,00	27710,34
$H_g^2$	98,53	98,16	98,38	98,84	97,3	95,04	94,53	98,68

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Em todas as características avaliadas (Tabelas 3 e 4), a superioridade da variabilidade genética ( $\sigma_g^2$ ), frente a variabilidade ambiental ( $\sigma_g^2$ ) indica que o desempenho dos genitores foi determinado por seus genótipos. O que é comprovado pelos valores da relação CVg/CVe superiores a uma unidade, bem como por seus elevados coeficiente de determinação genotípico ( $H^2$ ). Assim, é possível que o cruzamento entre os melhores genitores de fibra branca com os de fibras coloridas mais divergentes, poderá gerar híbridos produtores de fibras coloridas superiores para as características avaliadas.

Para as estimativas da distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), entre as cultivares, verifica-se uma ampla variabilidade genética, e as distâncias apresentaram magnitude de 17,87 a 893,64 para as cultivares estudadas (Tabela 5).

As cultivares mais divergentes, envolvendo grupos distintos, foi entre a BRS Verde e BRS Buriti, seguidas da BRS Verde e BRS 293. As menores distâncias foram obtidas entre as cultivares de fibra branca. Destaque para as cultivares BRS 286 e BRS 293, seguida pelas BRS Araripe e BRS Buriti. Esses resultados indicam que os cruzamentos entre cultivares de fibra branca e de fibras coloridas poderão gerar populações com um bom nível de variabilidade genética e, conseqüentemente, aumentar a probabilidade de ganhos genéticos com a seleção de genótipos de fibra colorida de boa qualidade.

Uma vantagem adicional do estudo da divergência genética por meio da técnica multivariada de quantificação da distância de Mahalanobis ( $D^2$ ), é a possibilidade de quantificar a importância relativa de cada característica avaliada para a diversidade genética. Isto é feito pela avaliação da contribuição destes para os valores de  $D^2$  (Tabela 6), segundo o método proposto por Singh (1981).

De modo geral, observa-se que as características tecnológicas da fibra apresentaram baixas contribuições para a divergência entre os genótipos. Exceção para as características índice de fiabilidade e resistência de fibra representam 34% da variação total. Essas características da fibra são importantes para a indústria têxtil, pois segundo Santana et al. (1998), estão correlacionadas com as características físicas do fio. O índice de fiabilidade é uma característica da resistência dos fios, em especial de fios de rotor open-end, que depende, essencialmente, da resistência das fibras individuais.

Entre as características de produção, a porcentagem de fibra (FIB%), peso de algodão em caroço (PAC) e peso de algodão em pluma (PAP) apresentaram contribuições relevantes para a divergência genética, juntas respondem por 40,95% da variação total. Entre estas a FIB% é a característica mais importante para o produtor, pois é o componente da produção

**Tabela 6.** Importância relativa das características agrônômicas e de qualidade de fibra de algodão para estudo da diversidade genética entre 10 progenitores de algodão herbáceo. Fortaleza-CE, 2013

Características*	Sj	Sj(%)
PAC (g)	7186,07	12,70
PAP (g)	7124,76	12,59
%FIBR (%)	8857,02	15,66
PMC (g)	2801,96	4,95
UHM (mm)	3213,99	5,68
UNF (%)	2785,36	4,92
SFI (%)	770,54	1,36
STR (gf/tex)	5167,02	9,13
ELG (%)	1050,09	1,86
MIC ( $\mu$ g/in)	2631,62	4,65
MAT (%)	532,09	0,94
CSP	14451,36	25,55

\*PAC - Peso do Algodão em Caroço; PAP - Peso do Algodão em Pluma; %FIB - Percentagem de fibras; PMC - Peso Médio do Capulho; UHM - Comprimento de fibra; UNF - Uniformidade; SFI - Índice de fibras curtas; STR - Resistência de fibra; ELG - Elongamento; MIC - Micronaire; MAT - Maturidade; CSP - Índice de fiabilidade.

comercializado com maior valor econômico (Carvalho et al., 2005). Assim, entre as características estudadas, a %FIB, a PAC, a PAP, a CSP e a STR são as mais eficientes para explicar a dissimilaridade entre as cultivares. Neste sentido, devem ser priorizadas em estudos de dissimilaridade cujo objetivo seja o desenvolvimento de cultivares de algodão de fibra colorida que atendam tanto as necessidades dos produtores como também das indústrias de fiação.

A análise de agrupamento pelo método de Tocher, baseada na matriz da distância generalizada de Mahalanobis, separou os 10 genótipos em três grupos distintos (Tabela 7). A formação desses grupos representa uma valiosa informação na escolha de genitores dentro de um programa de melhoramento, pois as novas combinações híbridas a serem estabelecidas devem ser embasadas na magnitude de suas dissimilaridades (Bertan et al. 2006; Betinez et al. 2011). Assim, a realização de novos cruzamentos entre os genótipos identificados como mais divergentes, poderá trazer resultados mais expressivos, visto que permitirão a capitalização da variabilidade genética em populações segregantes.

O grupo 1 é composto quase que exclusivamente pelos genótipos de fibra branca, com exceção para a cultivar de fibra marrom BRS Topázio. Nesse grupo é observada também

**Tabela 7.** Grupos das cultivares estabelecidas pelo método de agrupamento de Tocher, com base na dissimilaridade expressa pela distância de Mahalanobis ( $D^2$ ). Fortaleza-CE, 2013

Grupos	Cultivares
1	BRS 286, BRS 293, BRS Araripe, BRS Seridó, BRS Buriti, Acácia e BRS Topázio
2	BRS Rubi, BRS Safira
3	BRS Verde

**Tabela 5.** Estimativas das distâncias de Mahalanobis entre 10 cultivares de algodão herbáceo dos grupos branco e grupo colorido. Fortaleza-CE, 2013

Cultivar	Rubi	Safira	Topázio	Acácia	Araripe	Buriti	Seridó	286	293
Verde	174,42	282,36	620,16	528,31	640,20	893,64	503,72	648,77	806,06
Rubi	-	95,71	350,50	348,45	343,24	515,91	280,34	341,76	427,53
Safira		-	235,54	313,48	260,55	396,75	277,67	250,54	293,30
Topázio			-	181,79	63,50	111,74	163,27	133,90	123,74
Acácia				-	69,34	120,05	38,59	112,20	140,35
Araripe					-	33,07	41,34	47,27	43,30
Buriti						-	98,94	124,75	86,07
Seridó							-	82,54	117,92
286								-	17,87
293									-

o menor valor de dissimilaridade ( $D^2 = 17,87$ ). Este grupo é composto de cultivares superiores quanto as características de fibra, em relação às coloridas. Isso porque foram submetidas ao processo de melhoramento genético por mais tempo. A BRS Topázio, apesar de possuir fibras coloridas, também é muito superior às outras coloridas, permanecendo, portanto, no grupo 1.

O grupo 2 por sua vez é composto pelas cultivares de fibra marrom BRS Rubi e BRS Safira, que apresentaram o valor de  $D^2$  igual a 95,71. Esses dois cultivares apresentam comportamentos semelhantes possivelmente por terem sido derivadas de uma cultivar de fibra marrom oriunda dos Estados Unidos da América (Embrapa, 2011). O grupo 3 é composto apenas pela cultivar BRS Verde. Essa cultivar apresentou os maiores valores de divergência genética entre todas as combinações envolvendo as cultivares de fibra branca com as cultivares de fibra colorida. Portanto, entre todas as cultivares de fibra colorida, o cruzamento desse genótipo com os cultivares de fibra branca poderá gerar populações com elevada variabilidade genética, principalmente quando cruzado com o BRS Buriti ( $D^2 = 893,64$ ).

## Conclusões

As cultivares mais divergentes, envolvendo grupos distintos, foram a BRS Verde e BRS Buriti, seguidas da BRS Verde e BRS 293.

As menores distâncias foram obtidas entre as cultivares de fibra branca

As características Índice de fiabilidade (CSP), Percentagem de fibra (%FIB), Peso de algodão em caroço (PAC) e Peso do algodão em pluma (PAP) foram mais importantes para a divergência genética entre os genitores.

## Literatura Citada

- Benitez, L. C.; Rodrigues, I. C. da S.; Arge, L. W. P.; Ribeiro, M. V.; Braga, E. J. B. Análise multivariada da divergência genética de genótipos de arroz sob estresse salino durante a fase vegetativa. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 2, p.409-416, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000200021>>.
- Bertan, I.; Carvalho, F. I. F. de; Oliveira, A. C. de; Silva, J. A. G. de; Benin, G.; Vieira, E. A.; Silva, G. O. da; Hartwig, I.; Valério, I. P.; Finatto, T. Dissimilaridade genética entre genótipos de trigo avaliados em cultivo hidropônico sob estresse por alumínio. *Bragantia*, v. 65, n. 1, p.55-63, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052006000100008>>.
- Carvalho, L. P.; Barroso, P. A. V.; Santos, J. A. T. dos; Alves, H. S. Seleção massal e porcentagem de fibra em cultivar de algodoeiro colorido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 9, p. 895-898, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000900009>>.
- Carvalho, L. P.; Andrade, F. P.; Silva Filho, J. L. Cultivares de algodão colorido no Brasil. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v.15, n. 1, p.37-44, 2011. <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50668/1/488-rbof15127-362011.pdf>>. 22 Jun. 2015.
- Carvalho, L. P.; Lanza, M.A.; Fallieri, J.; Santos, J.W. Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 10, p. 1149-1155, 2003. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2003001000003>>.
- Cruz, C. D; Ferreira, F. M; Pessoni, L. A. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. *Visconde do Rio Branco: Suprema*, 2011. 620p.
- Cruz, C. D.; Regazzi, A. J.; Carneiro, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 223-375.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Algodão colorido: tecnologia Embrapa para a geração de emprego e renda na agricultura familiar do Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2011. <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/906449/1/ColecaodealgodaocoloridodaEmbrapaAlgodao1.pdf>>. 15 Set. 2013.
- Instituto Nacional de Meteorologia - Inmet. Clima. Normais climatológicas do Brasil 1961-1990. Fortaleza - 2008. <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. 13 Jan. 2014.
- Jeronimo, J. F.; Almeida, F. de A. C.; Silva, O. R. R. F. da; Brandão, Z. N.; Sofiatti, V.; Gomes, J. P. Qualidade da semente e fibra de algodão na caracterização do descaroçador de 25 serras. *Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 6, p. 664-671, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000600015>>.
- Juhasz, C. P.; Condé, A. B. T.; Rabe, H. de O.; Pimenta, S.; Soares, B. O. Variabilidade genética de populações oriundas do cruzamento de algodão branco e colorido para melhoria de qualidade de fibra no norte de Minas Gerais. *Revista Agrarian, Dourados*, v. 6, n. 22, p. 368-375, 2013. <<http://www.periodicos.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1251/1585>>.
- Maluf, W. R.; Ferreira, P. E.; Miranda, J. E. C. Genetic divergence in tomatoes and its relationship with heterosis for yield in  $F_1$  hybrids. *Revista Brasileira de Genética*, v. 3, n. 3, p. 453-460, 1983.
- Moreira, R. M. P.; Ferreira, J. M.; Takahashi, L. S. A.; Vasconcelos, M. E. C.; Geus, L. C.; Botti, L. Potencial agrônomico e divergência genética entre genótipos de feijão-vagem de crescimento determinado. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 30, supl. 1, p. 1051-1060, 2009. <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n4Sup1p1051>>.
- Penna, J. C. V. Melhoramento do algodão. In: Borém, A. (Ed.). *Melhoramento de espécies cultivadas*. 2.ed. Viçosa: UFV, 2005. p.15-54.
- Pimentel Gomes, F. Curso de estatística experimental. 14.ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.
- Santana, J. C. F.; Carvalho, L. P.; Macêdo, R. de; Andrade, J. E. O. Características tecnológicas da fibra com ênfase na fiabilidade de cultivares de algodão herbáceo do Mercosul. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v. 2, n. 2, p. 157-161, 1998.
- Sestren, J. A.; Lima, J. J. Característica e classificação da fibra de algodão. In: Freire, E.C. (Ed.). *Algodão no cerrado do Brasil*. Brasília: ABRAPA, 2007. p.765-782.

- Singh, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding*, v. 41, n. 1, p. 237–245, 1981.
- Steel, R. G. D.; Torrie, J. H.; Dickey, D. A. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 3.ed. New York: McGraw Hill Book, 1997. 666 p.