

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

GABRIELA CELESTINO GOMES

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO DE FIBRA
COLORIDA**

Uberlândia – MG
Dezembro - 2019

GABRIELA CELESTINO GOMES

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO DE FIBRA
COLORIDA**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado
ao Curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau
de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Larissa Barbosa de
Sousa

Uberlândia - MG

Dezembro - 2019

GABRIELA CELESTINO GOMES

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO DE FIBRA
COLORIDA**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado
ao Curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau
de Engenheira Agrônoma.

APROVADA em 12 de julho de 2019.

Eng. Agrônomo Daniel Bonifácio Oliveira Cardoso

UFU/PPGA

Eng. Agrônoma Polianna Alves Silva Dias

UNA/Catalão

Prof.^a Dr.^a Larissa Barbosa de Sousa

ICIAG-UFU

(Orientadora)

Uberlândia - MG

Dezembro - 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre me deu força e fé para continuar a seguir o meu caminho;

A minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Larissa Barbosa de Sousa, pelo acompanhamento e orientação durante todo trabalho e contribuindo para minha evolução pessoal e profissional;

Aos integrantes do Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro, especialmente Daniel Bonifácio, pelo ensinamento e apoio;

À minha mãe Ivana e ao meu pai Lúcio, pelo apoio incondicional;

Aos membros da Banca Examinadora, que aceitaram o convite para avaliarem este trabalho;

RESUMO

O estudo da divergência genética tem sido uma ferramenta usada nos programas de melhoramento genético, pois auxiliam no conhecimento da variabilidade genética. Esses estudos favorecem orientação de genitores, que ao serem cruzados, possibilitam maior efeito heterótico na progênie aumentando a probabilidade de obter genótipos superiores. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a divergência genética entre genótipos de algodoeiro de fibra colorida por meio de técnicas multivariadas. O experimento foi realizado na fazenda experimental Capim Branco, no município de Uberlândia - MG, na safra 2017/2018. Foram avaliados doze genótipos de algodão de fibra colorida. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. As características avaliadas foram da tecnologia da fibra. Os caracteres utilizados foram: *micronaire* (MIC), maturação (MAT), comprimento de fibra (UHML), uniformidade de fibra (UI), índice de fibras curtas (SF), resistência (STRE) e alongamento (ELG). A partir dos dados obtidos, foram realizadas análises estatísticas no programa Genes. Para avaliar a divergência genética foi utilizada a matriz generalizada de Mahalanobis, e com base na matriz, utilizou-se os métodos de agrupamentos de Ligação Média entre Grupos (UPGMA) e o método de Tocher. As análises mostraram que somente o caractere de *micronaire* obteve diferença significativa. Os métodos de Tocher e UPGMA apresentaram resultados concordantes entre si quanto a formação dos grupos, com exceção do genótipo UFUJP-11, que ficou isolado em um quarto grupo pelo método UPGMA, concluindo que houve diversidade entre os genótipos.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*; medidas de dissimilaridade; Mahalanobis.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1. Algodoeiro.....	9
2.2. Fenologia do algodoeiro.....	10
2.3. Melhoramento do algodoeiro	11
2.4. Métodos de melhoramento mais usados nos programas para algodão.....	12
2.5. Divergência genética	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÕES.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

A cotonicultura tem grande importância econômica, com uma significativa participação no agronegócio brasileiro, tem sido uma atividade geradora de fonte de renda e empregos. Atualmente, o Brasil é o quarto maior produtor de algodão (CONAB, 2019), ficando atrás apenas para China, Índia e dos Estados Unidos (CONAB, 2019). Já em exportação, o Brasil é o segundo país que mais exporta a fibra (ABRAPA, 2019).

A nível nacional, os estados que mais produzem algodão são Mato Grosso e Bahia, sendo que esses dois estados produzem aproximadamente 90% da pluma brasileira (CONAB, 2019). A explicação dessa alta produção, é devido o manejo adotado desde o plantio até a colheita, com uso de uma boa tecnificação tem se obtido fibras de qualidade.

Dessa forma, a fibra de algodão é fundamental para a indústria têxtil, sendo a principal matéria prima utilizada na fabricação de roupas. Além da fibra, que é o principal produto, é gerado biodiesel, ração para ruminantes, produtos farmacêuticos, óleos e está presente até na cédula do dinheiro (ZONTA, 2015).

O algodão de fibra branca predomina nas lavouras mundiais, no entanto, devido a ampla diversidade de mercados, a produção de algodão de fibra colorida vem crescendo nos últimos anos. A fibra colorida possui pigmentos, que conferem cor natural. Isso diminui os gastos com tingimento na indústria têxtil, sendo assim, diminuindo resíduos que seriam lançados para o meio ambiente. Além disso, existe nichos de mercado específicos que buscam fibras que não tenham passado pelo processo de tingimento, sendo uma opção para agregar valor ao produto, apresentam valores diferenciados quando comparado com os de fibra branca (GUARATINI; ZANONI, 2000).

Porém, para que o algodão colorido seja viável economicamente, é necessário que a cultura atenda a três setores: o produtor, indústria de beneficiamento e indústria de fiação e tecelagem. Ao produtor é interessante que a cultivar possua aspectos como resistência a praga e doenças, produtiva e boa qualidade, para as indústrias de beneficiamento é solicitado bom rendimento de fibras do algodão em caroço. A indústria de fiação e tecelagem exigem vários parâmetros de aspectos da fibra, ou seja, alta qualidade da fibra (PENNA, 2005). Dessa forma, o melhoramento genético do algodoeiro tem como objetivo atender todos os setores antes de lançar uma cultivar para o mercado.

A seleção de genitores é uma das etapas iniciais de um programa de melhoramento genético, e que irá influenciar na probabilidade de desenvolver cultivares superiores, com o uso de alelos desejáveis (BORÉM; MIRANDA, 2005).

Para isso, é necessário o conhecimento sobre divergência genética, que tem sido usado no melhoramento do algodoeiro, pois auxiliam no conhecimento da variabilidade genética. Esses estudos favorecem orientação de genitores, que ao serem cruzados, possibilitam maior efeito heterótico e aumentam a probabilidade de obter genótipos superiores na população segregante (Vidigal et al., 1997).

A avaliação da divergência genética é feita por meio de caracteres, que são baseados em avaliações morfológicas, fisiológicas e genéticas. Para medir a divergência, usa-se técnicas biométricas, utilizando a distância euclidiana média ou generalizada de Mahalanobis (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2014).

Os métodos multivariados são os mais utilizados, no qual tem a função de auxiliar os melhoristas na escolha dos melhores genótipos. Entre eles estão, análise de componentes principais, variáveis canônicas e métodos aglomerativos, no qual depende de medidas de dissimilaridade como a distância euclidiana ou a generalizada de Mahalanobis (Cruz et al., 2012). O método de Mahalanobis, tem a vantagem de correlacionar características analisadas por meio de uma matriz de variância e covariância residuais, mas precisa de repetições no experimento (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2014). Já a distância euclidiana é estimada por dados que não necessitam de repetições como, dados de um banco de germoplasma.

A análise de agrupamento, tem o objetivo de reunir, segundo um critério, os genitores em grupos, de forma que dentro de um grupo exista homogeneidade e entre grupos heterogeneidade, assim facilitando a visualização dos grupos constituídos (Cruz et al., 2012). Os métodos de agrupamento mais usados são os hierárquicos e os de otimização.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a divergência genética entre 12 genótipos de algodoeiro de fibra colorida, baseados em características da qualidade da fibra.

1. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Algodoeiro

O algodoeiro é uma planta do gênero *Gossypium* e da família *Malvaceae*, possuindo 52 espécies distribuídas em diferentes regiões do mundo. A maioria das espécies são diploides ($2n=2x=26$), porém as principais espécies cultivadas no mundo são alotetraplóides ($2n=4x=52$). No sistema produtivo, apenas quatro espécies são cultivadas, duas alotetraplóides: *Gossypium hirsutum* e *G. barbadense* e duas diploides: *G. arboreum* e *G. herbaceum* (PENNA, 2005). Essa grande diversidade genética do gênero *Gossypium*, são importantes para o melhoramento genético, resultando em uma grande fonte de variabilidade genética.

A planta de algodoeiro, possui porte subarborescente e crescimento indeterminado. Suas raízes são pivotantes e o fruto é chamado de maçã, no qual cada maçã possui de três a cinco lóculos. Esse fruto, após aberto, origina o capulho. Possuem glândulas distribuídas em toda a planta, que secretam o gossipol, no qual são substâncias consideradas tóxicas para alguns insetos e animais não ruminantes (PENNA, 1982).

Suas flores são hermafroditas, com pétalas de cor creme ou amareladas, que se tornam rosáceas após a exposição da luz solar. É considerada uma planta de reprodução intermediária, no entanto a autopolinização ocorre em maior frequência. No Brasil, possui um ciclo em média de 160 a 180 dias (PENNA, 1982).

A principal forma de propagação do algodoeiro é a semente, no qual é caracterizada por ter formato piriforme, cor pardo escura. É recoberta por uma camada de epiderme, que quando diferenciada forma o línter, que são fibras curtas. Abaixo da epiderme, está o tegumento, que tem a função de proteger a semente. Além disso, é composto pelo endosperma, núcleo e o embrião. Em sua composição bioquímica, predomina lipídios e proteínas (PASSOS, 1997; KOHEL; LEWIS, 1993).

A pluma é o principal produto do algodão, formado por um conjunto de fibras, sendo que, uma única fibra é constituída por uma célula, no qual contém mais de 95% de celulose. É de extrema importância que a pluma atenda os critérios de qualidades exigidos pela agroindústria, pois é o fator determinante para sua comercialização.

2.2. Fenologia do algodoeiro

Fenologia consiste no estudo das diferentes fases de crescimento das plantas, tanto a vegetativa, que é composta pelas etapas de germinação, emergência, desenvolvimento de parte aérea e raízes, como a reprodutiva, que é a fase responsável pelo florescimento, frutificação e maturação.

A primeira etapa, consiste na germinação da semente, que é a emergência e desenvolvimento do embrião. Após a emergência haverá crescimento vegetativo com formação de folhas, no qual tem o objetivo de realizar fotossíntese e assim produzir fotoassimilados e alongamento de raízes (BELTRÃO, 2008).

O desenvolvimento do algodoeiro, segundo Rosolem (1999), ocorrem várias etapas simultaneamente como crescimento vegetativo e crescimento reprodutivo (flor, botão, maçã e capulho). Dessa forma, é importante que haja um equilíbrio entre estruturas reprodutivas e vegetativas, visto que uma queda de estruturas reprodutivas pode causar um aumento excessivo da parte vegetativo, promovendo auto-sombreamento e até queda de estruturas reprodutivas.

Quando inicia a formação de botões, aumenta o crescimento em altura e em acumulação de matéria seca pela planta (BAKER e LANDIVAR, 1991). Os primeiros botões e flores vão surgir nos ramos frutífero, são altamente dependentes da temperatura e seu crescimento tende a aumentar, enquanto o crescimento vegetativo diminui (GUINN, 1984; MAUNEY, 1984).

No florescimento, o hormônio que induz esta etapa, é o ácido giberélico (DRANSFIELD, 1961). O crescimento das flores segue uma ordem que acompanha uma espiral, sendo as primeiras flores se abrem no primeiro nó do primeiro ramo frutífero, em seguida a do primeiro nó do segundo ramo frutífero e assim, ordenadamente.

Ao formar os primeiros capulhos, devido ao crescimento simultâneo de parte vegetativa e reprodutiva, haverá uma intensa competição de energia entre capulho e parte aérea. Dessa forma, a planta diminui crescimento vegetativo para ocorrer maior fixação das maçãs, que estão em processos de maturação e atingir um alto rendimento (ORGAZ, 1991).

Segundo Rosolem (1999), uma das causas da queda de estruturas reprodutivas é a deficiência de água, que é controlada pelo balanço de açúcares no tecido foliar e o teor de etileno; quando a planta passa por um estresse hídrico, leva um aumento da concentração do

etileno e do ácido absísico (ABA), que são hormônios que estão relacionados com o processo de maturação dos frutos.

Após 4 a 6 semanas do surgimento do primeiro capulho, inicia a etapa de colheita, é nessa fase que se usa os desfolhantes e maturadores (ROSOLEM, 2001). Quando 90% dos capulhos estiverem abertos é recomendado o início da colheita. Após a colheita, a planta devido ao seu tipo de crescimento continua formando folhas e estruturas reprodutivas, no entanto não é interessante economicamente, visto que serão fonte para pragas e doenças, dessa forma após a colheita é necessário destruir todo resto cultural.

2.3. Melhoramento do algodoeiro

Segundo Borém e Miranda (2013), o melhoramento de plantas é uma ciência biológica, que visa a modificação genética das plantas no qual sua principal função é aumentar a produtividade de maneira sustentável. É uma prática que tem sido usada desde a época dos primeiros agricultores e atualmente, o melhoramento genético contribuiu para uma evolução tecnológica.

O crescimento populacional, é um dos desafios a ser superado pelo setor agrícola, no qual tem ocorrido de forma acelerada em países subdesenvolvidos, que não possuem recursos para atender toda a população. A área mundial que pode expandir para produzir alimentos é somente de 5%, ou seja, uma das soluções para o problema é aumentar a produtividade (BORÉM; MIRANDA, 2013).

No Brasil, o melhoramento genético do algodoeiro iniciou em 1924, com a criação do setor algodão no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), segundo Penna (2005). Já em 1975, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) criou o Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ). Com seu aumento de produção, aumentou-se também as demandas de pesquisas.

Entre as características de interesse a serem melhoradas no algodoeiro, estão as características relacionadas a produtividade, arquitetura da planta e qualidade da fibra. A produtividade, é o fator mais importante a ser levado em consideração.

Entre os objetivos do melhoramento do algodoeiro, a qualidade da fibra tem sido muito estudada. As características de fibra podem ser determinadas pelos seguintes parâmetros:

comprimento, uniformidade, resistência, finura, maturidade e cor. Conforme essas características, às indústrias têxteis definiram o valor da fibra do algodão (IMAMT, 2014).

2.4. Métodos de melhoramento mais usados nos programas para algodão

Os principais métodos de melhoramento utilizados são a hibridização, método genealógico e o método de seleção. A hibridação é a fusão de gametas geneticamente diferentes, que resulta em indivíduos híbridos heterozigótico para um ou mais *loci*. Sendo que após a hibridação, em plantas autógamas é desejável obter indivíduos homozigóticos por sucessivas gerações de autofecundação. Na hibridação, o cruzamento é realizado de forma artificial e consiste em emascular a flor que será o genitor feminino antes que as anteras liberem o pólen. Após isso, transfere-se o pólen para o estigma da flor emasculada (BORÉM; MIRANDA, 2013). No algodoeiro, para evitar autofecundação, a hibridação deve ser feita antes da antese.

Já o método genealógico, também pode ser chamado de método pedigree, é um dos métodos mais usados nos melhoramentos de algodão no Brasil. Esse método consiste na seleção individual de plantas na população segregante com avaliação de cada progênie separadamente. A seleção é realizada em função do genótipo dos indivíduos (BORÉM; MIRANDA, 2013).

O método de seleção de cultivares com testes de progênies consiste em fazer uma seleção direta nos fenótipos. O método presume suficiente variabilidade genética nas populações e seleciona individualmente plantas que geram progênie (PENNA, 2013).

2.5. Divergência genética

Divergência genética corresponde a diversidade entre os indivíduos de uma população, decorrente da expressão genética, junto com as variações ambientais (RAMALHO et al, 2012). Estudos sobre divergência genética na população tem sido usado nos programas de melhoramento, pois auxiliam no conhecimento da variabilidade genética. Esses estudos favorecem orientação de genitores com grande dissimilaridade, que ao serem cruzados, possibilitam maior efeito heterótico na progênie e aumentam a probabilidade de obter genótipos superiores em segregantes (Vidigal et al., 1997) ou seja reunir os alelos favoráveis por meio de novas combinações (Benin et al., 2003; Barbieri et al., 2005).

A avaliação da dissimilaridade é feita por meio de parâmetros, que são baseados por meio de avaliações morfológicas, fisiológicas e genéticas. Para medir a dissimilaridade, usa-se técnicas biométricas, utilizando a distância euclidiana média ou generalizada de Mahalanobis (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2014).

Portanto, o melhoramento possibilita o incremento da frequência gênica, que induz as características agronômicas de interesse por meio de técnicas de seleção adequadas, que forneça materiais genéticos adaptados a respectiva região que se deseja lançar uma cultivar.

Para a visualização dos grupos formados pelos genitores, utiliza-se a análise de agrupamento, ou *clustering*, que consiste em um método computacional, que tem o objetivo de separar genótipos, cultivares ou bancos de germoplasma em grupos. Esse agrupamento é baseado nas características agronômicas e morfológicas. Portanto, essa técnica tem a finalidade de colocar em um mesmo grupo indivíduos que sejam similares de acordo com os parâmetros estabelecidos.

Os métodos preditivos são aqueles que quantificam a divergência por meio de medida de dissimilaridade. Na predição da divergência genética, existe vários métodos multivariados que podem ser usados, como, análise de componentes principais, variáveis canônicas e métodos aglomerativos.

Os métodos aglomerativos dependem de medidas de dissimilaridade como a distância euclidiana ou a generalizada de Mahalanobis (CRUZ et al., 2006). Este método tem a vantagem de correlacionar características analisadas por meio de uma matriz de variância e covariância residuais, mas precisa de repetições no experimento (CRUZ; REGAZZI, 1997; CRUZ; CARNEIRO, 2003). Já a distância euclidiana é estimada por dados que não necessitam de repetições, como, dados de um banco de germoplasma.

Os métodos de agrupamentos são descritos por uma matriz, que possui uma medida de dissimilaridade entre os genótipos. Assim essa análise tem o objetivo de reunir, segundo um critério, os genitores em grupos, de forma que dentro de um grupo exista homogeneidade e entre grupos heterogeneidade. Assim facilitando a visualização dos grupos constituídos (Cruz et al., 2006).

Os métodos de agrupamento mais usados são os hierárquicos e os de otimização. Os métodos hierárquicos agrupam os genitores, através de um sistema que gera uma visão bidimensional, ou seja, estabelecendo uma hierarquia. As estruturas hierárquicas constituídas por genótipos semelhantes formarão um dendrograma (Cruz et al., 2006).

O Método otimizado de Tocher, consiste em separar os genótipos similares em um grupo e comparar com os demais genótipos até o nível máximo, utilizando médias calculadas pela distância de Mahalanobis (CRUZ; REGAZZI; CANEIRO, 2014). Já os métodos de ligações médias (UPGMA), consiste em calcular a soma de quadrado entre dois agrupamentos, formando um dendograma (CRUZ; REGAZZI; CANEIRO, 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de dezembro 2017 a junho de 2018, na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia com coordenadas geográficas latitude 18°52'54.2" S, longitude 48°20'32.8" W, com altitude de 805 metros, em Uberlândia, Minas Gerais, com área do experimento de algodão colorido de 600 m².

Para a execução do trabalho foram avaliados 10 genótipos proveniente do Programa de Melhoramento Genético do algodoeiro da Universidade Federal de Uberlândia (UFUJP-1, UFUJP-2, UFUJP-5, UFUJP-8, UFUJP-9, UFUJP-10, UFUJP-11, UFUJP-13, UFUJP-16, UFUJP-17) e dois genótipos comerciais (BRS-TOPÁZIO e BRS-RUBI).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. As características da tecnologia da fibra. Os caracteres utilizados foram: *micronaire* (MIC), maturação (MAT), comprimento de fibra (UHML), uniformidade de fibra (UI), índice de fibras curtas (SF), resistência (STRE) e alongamento (ELG).

A classificação do solo para área experimental, conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos SiBCS (Embrapa, 2013), é latossolo Vermelho Escuro distrófico. Antes da implantação do experimento foi feito a amostragem de solo da área, após coletado a amostra composta, esta foi encaminhada para o laboratório de análises químicas e físicas do solo, para fins de recomendação de calagem e adubação. O preparo do solo foi realizado de forma convencional, fazendo uma subsolagem para descompactar, uma aração e duas gradagens. Antes da semeadura, a área foi sulcada com oitenta centímetros de espaçamento e a adubação e correção da acidez do solo foram feitas de acordo com a necessidade da cultura.

Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com inseticida Fipronil, de nome comercial Standak® e a formulação de fungicida sistêmico Carboxina com um fungicida de

contato Tiram, de nome comercial Vitvax®Thiram 200 SC, ambos utilizados na dose de 450 mL do produto comercial para cada 100 kg de sementes. A semeadura foi realizada manualmente, no final do mês de dezembro, com a finalidade de estabelecer as populações de plantas de acordo com os tratamentos definidos previamente e, para isso, aos 22 dias após a emergência (DAE) das plântulas foi realizado o desbaste, objetivando permanecer as plântulas mais vigorosas. Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com inseticida fipronil, de nome comercial Standak® e a formulação de fungicida sistêmico carboxina com um fungicida de contato tiram, de nome comercial Vitvax®Thiram 200 SC, ambos utilizados na dose de 450 mL do produto comercial para cada 100 kg de sementes.

A adubação de semeadura foi efetuada segundo a análise de solo (Tabela 1), aplicando-se 20-70-40 Kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O), nas formas de ureia, MAP e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação de cobertura foi parcelada metade aos 22 e metade aos 44 DAE das plantas, aplicando-se 45 Kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia, e 57 Kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio.

Tabela 1- Análise química do solo realizada em 2017, antes da instalação do experimento.

Cálcio	Magnésio	Potássio	Fosfóro	Soma de bases	CTC efetiva	Saturação de bases
(cmolc dm ⁻³)	(cmolc dm ⁻³)	(cmolc dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	(cmolc dm ⁻³)	(cmolc dm ⁻³)	(cmolc dm ⁻³)
5,00	1,10	0,53	92,20	6,63	6,63	79%

*CTC efetiva = Capacidade de troca catiônica efetiva

Para o controle do crescimento vegetativo das plantas de algodoeiro foi utilizado o bio-regulador de crescimento, princípio ativo sendo o cloreto de mepiquate e de nome comercial Pix®HC. Com a finalidade de condicionar um maior pegamento das flores e bom desenvolvimento das maçãs foram feitas duas aplicações de solução de ácido bórico, H₃BO₃, na proporção de 2 Kg ha⁻¹ parcelada em três vezes. Estas aplicações foram realizadas com o pulverizador manual tipo carriola que faz a pulverização de forma uniforme e com baixo volume de água.

Durante o ciclo da cultura foram empregados diversos tratos culturais. Entre eles o controle de plantas infestantes, com a aplicação de herbicida de ação em pré-emergência, produto comercial Dual Gold na dose de 1,5 L ha⁻¹. Em pós-emergência foram utilizados os produtos comerciais Gliover e Gramoxone 200, ambos em dose de 1,5 L ha⁻¹, e as aplicações feitas em jato dirigido, complementados com capina manual, catação entre plantas e entre

linhas, que mantiveram a cultura livre de competições até a colheita. O manejo fitossanitário foi realizado a fim de controlar pragas e doenças de acordo com a necessidade, seguindo-se as recomendações técnicas para a cultura.

Os dados foram submetidos à análise de variância dos quadrados médios pelo teste de F. E a partir da análise de variância, estimou-se a divergência genética entre os grupos de genótipos pela Distância generalizada de Mahalanobis. Em seguida, realizou-se o agrupamento dos genótipos pelo método hierárquico de Ligação Média entre grupo (UPGMA) e pelo método de otimização de Tocher. Todas as análises estatísticas foram utilizadas o Programa Genes® (CRUZ, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo teste F (Tabela 2), foram encontradas diferenças significativas apenas para *micronaire* (MIC). Indicando que há divergência genética para essa característica.

Tabela 2 – Significância dos quadrados médios e coeficientes percentuais da variação experimental para as sete características avaliadas, em 12 genótipos de algodoeiro na safra 2017/2018.

FV	GL	MIC	MAT	UHML	UI	SF	STRE	ELG
Bl	3	0,32	0	3,29	2,79	12,54	14,04	0,16
Gen	11	0,16**	0,00 ^{ns}	6,40 ^{ns}	3,88 ^{ns}	14,26 ^{ns}	12,44 ^{ns}	0,44 ^{ns}
Res	33	0,04	0	3,87	2,3	9,91	7,15	0,31
CV (%)		7,32	1,11	7,72	1,97	20,58	12,11	6,27

*Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste f; FV= Fontes de variação; GL=Graus de liberdade; Gen= Genótipos; Res= Resíduo; CV= Coeficiente de variação; MIC =*Micronaire*; MAT= Maturação; UHML= Comprimento de fibra; UI =Uniformidade de fibra; SF= índice de fibras curtas; STRE = resistência; ELG= Alongamento.

O coeficiente de variação (CV) é o parâmetro utilizado para indicar a precisão dos dados experimental. Segundo Pimentel Gomes (2000), CV acima de 30% para experimentos agrícolas são considerados altos e, portanto, não desejável. Para características de qualidade da fibra os intervalos de CV nos estudos de Miranda (2019) são de 0,48% a 7,05%, Cardoso (2018) são de 0,88 a 10,67%. Dessa forma, os valores de CV deste trabalho corroboram com valores encontrados para a cultura do algodoeiro, com exceção dos caracteres índice de fibras curtas (SF) e resistência (STRE), que obteve CV acima de 12,11 %.

Segundo a Tabela 3, o único caractere que houve formação de grupo foi o *micronaire*, foi formado dois grupos, no qual pode deduzir diferenças genéticas entre os genótipos para esse caractere.

Tabela 3- Média de sete características tecnológicas da fibra de 12 genótipos de fibra colorida cultivados em Uberlândia -MG

Gen	MIC	MAT	UHML	UI	SF	STR	ELG
UFUJP-01	2,77 b	0,80	25,45	77,23	16,55	21,36	8,56
UFUJP-02	2,78 b	0,80	25,85	76,30	15,20	23,12	9,05
UFUJP-05	3,04 a	0,81	25,30	77,80	14,95	21,80	8,67
UFUJP-08	2,83 b	0,80	25,29	75,65	18,52	19,85	9,30
UFUJP-09	3,28 a	0,81	24,06	77,62	15,77	21,12	9,10
UFUJP-10	2,75 b	0,80	24,93	76,50	13,32	20,27	9,27
UFUJP-11	2,80 b	0,80	25,50	77,10	15,42	22,07	9,17
UFUJP-13	2,63 b	0,80	25,29	76,82	17,05	20,87	8,75
UFUJP-16	2,67 b	0,80	28,19	78,50	12,70	24,87	8,37
UFUJP-17	2,56 b	0,79	24,53	75,80	17,50	20,57	9,45
BRS-TOPÁZIO	2,75 b	0,80	27,24	77,90	12,95	24,40	8,75
BRS-RUBI	3,06 a	0,81	25,83	78,67	13,62	24,62	9,15

Médias seguidas por letras iguais pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância. Gen=Genótipos; de fibra; Mic: *micronaire*; MAT: maturação; UHML: comprimento de fibra; UI: uniformidade de comprimento; SF: índice de fibras curtas; STR: resistência; ELG:alongamento.

Para a característica de *micronaire* (MIC), os genótipos UFUJP-05, FUJP-09 e BRS-RUBI apresentaram valores entre 3,04 a 3,28, no qual são classificados como finas (*Uster HVI* 1000, 2008). Para a avaliação de maturidade, não houve formação de grupos distintos e são valores satisfatório, pois segundo Beltrão (2004), a maturidade deve ter parâmetros entre de 0,76 a 0,84.

O comprimento de fibra (UHML) é um dos parâmetros mais importantes para a indústria têxtil. Dos genótipos analisados, a maioria foram classificadas como fibras curtas (entre 23,5 a 25,15 mm). O genótipo UFUJP-16, é classificado como fibras longas (acima de 27,94 mm). Os resultados de comprimento da fibra, corroboram com Cardoso (2018), que encontrou valores entre 23,07 a 29,33 mm, ao estudar genótipos de algodão colorido. A principal causa de fibras curtas é devido a genética, no entanto, condições de manejos adotados durante a produção e maturação das fibras no interior do capulho pode interferir no comprimento de fibras (IMAMT, 2014).

Os valores de UHML influenciam nos valores de STR, de modo que, quanto maiores valores de comprimento de fibra, maiores serão os valores de resistência (IMAMT, 2014). Para STR valores ideais são acima de 27 gf tex⁻¹, no entanto nenhum dos genótipos atingiram esse valor, podendo ser classificados como fracos a intermediários (20 a 25 gf tex⁻¹) (IMAMT, 2014).

A uniformidade de comprimento (UI) de todos os genótipos foram baixas, com valores entre 75,65 a 78,67 %. Uma referência de valor de qualidade é no mínimo de 83% de uniformidade. Para valores de uniformidade de fibra para genótipos de algodoeiro nos estudos de Miranda (2019), obteve valores entre 81,24 a 85 %, Cardoso (2018) obteve UI de 76,16 a 79,33%.

Na Figura 1, com relação a divergência genética do algodão, usando o método de agrupamento (UPGMA), para dividir os grupos, o corte foi realizado quando houve uma grande alteração de nível no dendograma (CRUZ; FERREIRA; PESSONI, 2011), feito a 47% de dissimilaridade, onde há grande diferença entre os genótipos, no qual agrupou os 12 genótipos em quatro grupos. O maior grupo é composto por 66 % dos genótipos. Paiva (2019) ao estudar divergência genética entre genótipos de algodoeiro transgênicos e convencionais, obteve a formação de seis grupos distintos.

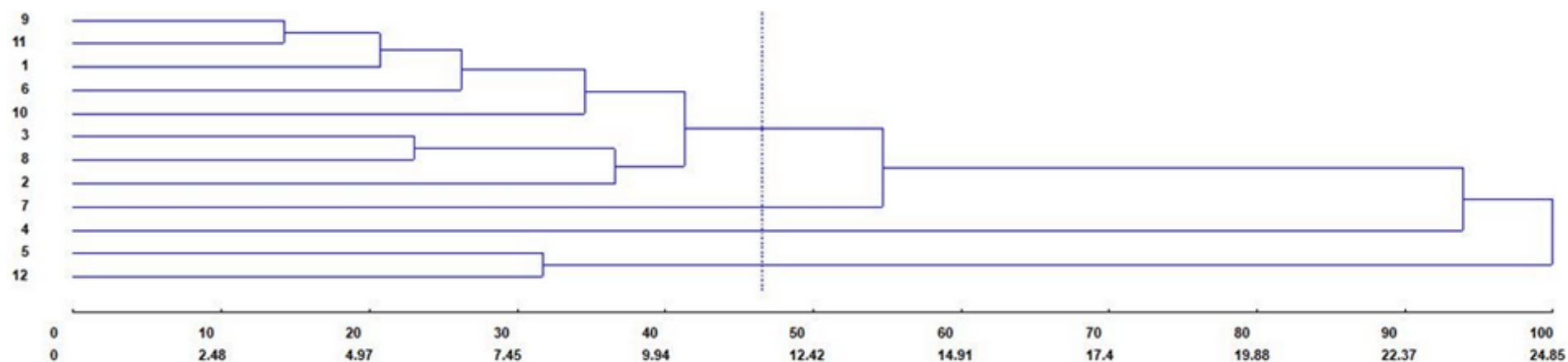


Figura 1. Dendrograma da divergência genética entre 12 genótipos de algodoeiro de fibra colorida na safra 2017/2018, obtido pelo método hierárquico de ligação média “UPGMA”, com base na distância generalizada de Mahalanobis (D^2); 1=UFUJP-01; 2=UFUJP-02; 3=UFUJP-05; 4=UFUJP-08; 5=UFUJP-09; 6=UFUJP-10; 7=UFUJP-11; 8=UFUJP-13; 9=UFUJP-16; 10=UFUJP-17; 11=BRS-TOPÁZIO; 12=BRS-RUBI.

O primeiro grupo contém em sua maioria genótipos provenientes do PROMALG, (UFUJP-16, UFUJP-01, UFUJP-10, UFUJP-17, UFUJP-05, UFUJP-13, UFUJP-13), com exceção do genótipo comercial (BRS-TOPÁZIO) que ficou no mesmo grupo. O segundo e terceiro grupo são constituídos por apenas um genótipo, que são o UFUJP-11 e UFUJP-08, respectivamente. Por último, o quarto grupo é formado por um genótipo do PROMALG (UFUJP-09) e um genótipo comercial (BRS-RUBI). Com base no dendograma, é possível afirmar que existe divergência genética entre os genótipos, auxiliando nos programas de melhoramento, através de um ganho de heterose em hibridações.

Pelo método otimizado de Tocher (Tabela 3), por meio da matriz gerada pelo método de Mahalanobis (D^2), foram formados três grupos, um a menos que o agrupamento UPGMA. O grupo 1 agrupou a grande maioria dos genótipos, com nove genótipos de algodoeiro (75%). No grupo 2 ficou os genótipos UFUJP-09 e BRS-RUBI. O grupo 3 é constituído apenas pelo genótipo UFUJP-08. Portanto havendo uma semelhança entre os dois métodos estudado.

Tabela 3. Agrupamento de 12 genótipos de algodoeiro de fibra colorida, pelo método de Tocher, usando a distância de Mahalanobis como medida de distância genética, baseado em características tecnológicas da fibra.

Grupos	Número de genótipos	Genótipos
1	9	G9 G11 G1 G6 G10 G2 G3 G8 G7
2	2	G5 G12
3	1	G4

G1=UFUJP-01; G2=UFUJP-02; G3=UFUJP-05; G4=UFUJP-08; G5=UFUJP-09; G6=UFUJP-10; G7=UFUJP-11; G8=UFUJP-13; G9=UFUJP-16; G10=UFUJP-17; G11=BRS TOPÁZIO; G12=BRS-RUBI.

Segundo Violatti (2016), ao estudar a diversidade genética em algodoeiro de fibra branca em duas safras, observou a separação dos genótipos em quatro e cinco grupos, respectivamente. Cunha Neto et al. (2015) ao estudarem a divergência genética entre genitores de algodoeiro de fibras brancas e coloridas por meio de análises multivariadas alocou os genótipos em três grupos distintos.

Santos et al. (2011), avaliando por meio de técnicas multivariadas a divergência genética entre 48 genótipos de soja, verificou a concordância entre os métodos de Tocher, UPGMA.

De maneira geral, os grupos formados foram similares entre os dois métodos, com exceção de UFUJP-11, no qual ficou em um grupo isolado pelo método UPGMA. O método UPGMA, foi mais seletivo, para determinar a divergência genética. No entanto, ao utilizar os dois métodos em conjunto para avaliar dissimilaridade, garante uma estimativa da divergência mais correta.

Dessa forma, em programas de melhoramento, se o objetivo for aumentar a variabilidade genética e promover ganho de heterose na descendência, deve-se promover cruzamento entre genótipos de grupos diferentes. Portanto, o método de agrupamento permite ao melhorista, uma melhor visualização e orientação para conduzir trabalhos de cruzamentos.

5. CONCLUSÕES

Os 12 genótipos avaliados possuem pouca divergência genética entre si, dessa forma para obter populações segregantes com uma maior variabilidade genética, deve-se fazer recombinações, introgressões e utilizar o banco de germoplasmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAPA (Ed). **Consumo mundial**. Disponível em:
<<http://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-mundo.aspx>> Acesso em: 16 /01 2019.
- AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N.E. de M.; SEVERINO, L.S. **Uso de desfolhantes, maturadores e dessecantes na cultura do algodoeiro irrigado**. Circular técnica 78. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2004. 7p.
- BAKER, D. N.; LANDIVAR, J. A. Simulation of plant development in GOSSYPIMUM. **Cotton Physiology**. Memphis: The Cotton Foundation, p. 245-257, 1991.
- BARBIERI, R. L. et al. **Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos**. Ciência Rural, v. 35, n. 02, p. 303-308, 2005.
- BELTRÃO, N.E. M.; CARVALHO, L. P. **Algodão colorido no Brasil, e em particular no Nordeste e no Estado da Paraíba**. Campina Grande, PB, Embrapa Algodão- Documentos (INFOTECA-E), 2004.
- BENIN, G. et al. **Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariadas como critérios no direcionamento de hibridações em aveia**. Ciência Rural, Santa Maria, v.33, p.657- 662, 2003.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2005. 525 p.
- BORÉM, A.; **Melhoramento de plantas**. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- CARDOSO, D. B. O. **Melhoramento genético de algodoeiro colorido: Redes Neurais Artificiais versus métodos convencionais**. 2018. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- Companhia nacional de abastecimento- CONAB. **Análise mensal – Algodão**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 16/08/2019.
- CRUZ, C. D. **Programa genes: diversidade genética**. Viçosa: UFV, 2006. 278 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2014.

CRUZ, C. D; FERREIRA, F. M; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. Visconde do Rio Branco: Suprema**, v. 620, 2011.

CUNHA NETO, J.; BERTINI, C.H.C.M.; SILVA, A. P. M. S. **Divergência genética entre genitores de algodoeiro de fibras brancas e coloridas**. A grária, Recife. v.10, n.4, p.492-498, 2015.

DRANSFIELD, M. **Some effects of gibberellic acid on cotton**. Empire Cotton Growing Review, v.38, p.3-16, 1961.

EMBRAPA -CNPA. v.1 , cap, 1,p. 17-27, 1999 (**Comunicação para transferência de tecnologia**).

FERRAUDO, A.S. **Técnicas de Análise Multivariada – uma introdução**. Treinamento. Jaboticabal, SP, 2014.

GOMES, F. P; **Curso de estatística experimental**. 1985.

GUARATINI, C. C. I. e ZANONI, M. V. B. **Corantes têxteis**. Química Nova, São Paulo, Jan/Feb, 2000.

GUINN, G.; MAUNEY, J.R. **Fruting in of cotton: II. Effects of plant moisture status and active boll load on boll retention**. Agronomy Journal, Madison, v.76, p.94-98, 1984b.

IMAMT. **A classificação do algodão**. Cap. 15. Disponível em: Acesso: 16 ago. 2019.

KOHEL, R. J; LEWIS, C. F. **Cotton. Madison**: American Society of Agronomy, 1993, 605 p.

MARUR, C. J. et al. **Recomendações para a cultura do algodoeiro no Paraná. Informe da Pesquisa**, v. 107, 1993.

MIRANDA, M. C. C.; **Diversidade genética entre genótipos de algodoeiro visando ampliação da variabilidade**. 2019. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.1284>.

MOURA DA SILVA, A.P.; **Divergência genética entre genitores de algodoeiro de fibras brancas e coloridas**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 10, n. 4, 2015.

NÁPOLES, F.A. de M.; Amorin Neto, M. da S.; Bezerra, J.R.C.; Silva, L.C.; Luz, M.J. da S. e; NETO, J.D. **Efeito da época da supressão da irrigação sobre parâmetros morfo-fisiológicos do algodoeiro**. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 2, 1999, Ribeirão Preto. Anais... Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999, p.507-512

OOSTERHIUIS, D. M. **Growth and development of cotton plant**. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.;

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.

PAIVA, T. S.; **Há divergência genética entre genótipos de algodoeiro transgênicos e convencionais?** 2019. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

PASSOS, S.M.G. **Algodão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1997. 424 p.

PENA, J.C.V. **Melhoramento do algodoeiro anual**. Informe Agropecuário, v.8, n.92, p.10-12, 1982.

PENNA, J.C.V. **Melhoramento do algodão**. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa, UFV. 2005. Cap.1, 15-53 p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. D. F.; SANTOS, J. D.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Ed. Lavras: Ed. UFLA, Lavras, 2012. 522 p.

ROSOLEM, Ciro A. Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro. **Informações Agrônomicas**, v. 95, p. 1-9, 2001. SANTOS, W.J. dos. (Ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p. 35-55.

SANTOS, E. R. et al. **Divergência entre genótipos de soja, cultivados em várzea irrigada**. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 755-764, 2011.

TAYLOR, H. M. **Managing root systems for efficient water use: An Overview**. In: **Limitations to efficient water using crop production**. American Society of Agronomy, Madison, WI. 1983. p. 87-113.

VIDIGAL, M. C. G. et al. **Divergência genética entre cultivares de mandioca por meio de estatística multivariada**. **Bragantia**, v. 56, n. 2, p. 263-271, 1997.

VIOLATTI, M. R.; **Qualidade da fibra e diversidade genética em algodoeiro de fibra branca**. 2016. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

WEBER E. **Phenological Growth Stages of the Cotton Plant (*Gossypium hirsutum*)**

L.): Codification and Description according to the BBCH Scale. J. Agronomy e Crop Science 180, 143—149p. Berlin, 1998.

ZONTA, J. H.; SOFIATTI, V.; BEZERRA, J.; BRANDÃO, Z. N. **Produtividade de cultivares de algodoeiro herbáceo sob diferentes lâminas de irrigação no Semiárido brasileiro.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 10., 2015, Foz do Iguaçu. Resumo em Anais de Congresso... Brasília, DF: ABRAPA, 2015.