

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

LUIZA AMARAL MEDEIROS

SELEÇÃO DE GENITORES DE ALGODOEIRO COLORIDO VISANDO
QUALIDADE DE FIBRA E POTENCIAL PRODUTIVO

UBERLÂNDIA - MG

2021

LUIZA AMARAL MEDEIROS

SELEÇÃO DE GENITORES DE ALGODOEIRO COLORIDO VISANDO
QUALIDADE DE FIBRA E POTENCIAL PRODUTIVO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

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

UBERLÂNDIA - MG

2021

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

M488 Medeiros, Luiza Amaral, 1996-
2021 SELEÇÃO DE GENITORES DE ALGODOEIRO COLORIDO VISANDO
QUALIDADE DE FIBRA E POTENCIAL PRODUTIVO [recurso
eletrônico] / Luiza Amaral Medeiros. - 2021.

Orientadora: Larissa Barbosa de Sousa.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de
Uberlândia, Pós-graduação em Agronomia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.181>
Inclui bibliografia.

1. Agronomia. I. Sousa, Larissa Barbosa de, 1985-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-
graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Agronomia				
Defesa de:	Mestrado Acadêmico, 003/2021, PPGAGRO				
Data:	Dezenove de março de dois mil e vinte e um	Hora de início:	10:00	Hora de encerramento:	[12:00]
Matrícula do Discente:	11912AGR013				
Nome do Discente:	Luiza Amaral Medeiros				
Título do Trabalho:	SELEÇÃO DE GENITORES DE ALGODOEIRO COLORIDO VISANDO QUALIDADE DE FIBRA E POTENCIAL PRODUTIVO				
Área de concentração:	Produção Vegetal				
Linha de pesquisa:	Produção Vegetal em Áreas de Cerrado				

Reuniu-se por videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, assim composta: Professores Doutores: Gabriel Mascarenhas Maciel - UFU; Ana Carolina Silva Siquieroli - UFU; Renata Oliveira Batista - UFVJM; Larissa Barbosa de Sousa - UFU orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dra. Larissa Barbosa de Sousa, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Larissa Barbosa de Sousa, Professor(a) do Magistério Superior**, em 19/03/2021, às 11:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Carolina Silva Siquieroli, Professor(a) do Magistério Superior**, em 19/03/2021, às 11:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gabriel Mascarenhas Maciel, Professor(a) do Magistério Superior**, em 19/03/2021, às 12:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **RENATA OLIVEIRA BATISTA, Usuário Externo**, em 19/03/2021, às 17:43,



conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2636764** e o código CRC **82C98197**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela vida, pelas oportunidades e por todas as bênçãos a mim concedidas e à Nossa Senhora Desatadora dos nós, por iluminar e abençoar meu caminho.

Meu agradecimento mais sincero aos meus pais, Meire e Divino por todo o amor e apoio incondicional em meus estudos e em cada uma das minhas decisões, pelo incentivo diário para que eu persistisse e continuasse em busca de meus sonhos e planos.

À minha irmã, cunhado e a toda minha família e amigos pelos incentivos e palavras de apoio durante toda minha trajetória. Ao meu namorado José Alvim, por todo amor, companheirismo e motivação. Obrigada por me incentivar sempre e me acompanhar em todos os momentos, até mesmo nos ensaios a campo e avaliações.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Larissa Barbosa de Sousa pelo incentivo, confiança e apoio em todos os aspectos possíveis. Agradeço-lhe pela amizade, pelo tempo disponibilizado e por todos os ensinamentos que foram primordiais para a execução deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao amigo Daniel Bonifácio por todo o suporte desde o princípio. Pelo otimismo, torcida, conselhos e auxílio durante o processo. Agradeço por estar sempre disposto a ajudar e ensinar.

À amiga Isabella Silveira agradeço pela amizade, torcida e incentivo. Por ser minha companhia e confidente desde a graduação, por ter acompanhado cada etapa acadêmica e profissional e por continuar me incentivando mesmo à distância.

Aos colegas e amigos da Pós-Graduação pelo apoio e ensinamentos ao longo do caminho. Em especial à Luciana Gontijo, Morgana Mamede, Melissa Miranda, Ana Flávia Oliveira, Danilo Araújo e João Paulo Cunha, pelas longas tardes de estudos e por torná-las mais leves.

Ao Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro da UFU pela oportunidade, suporte e disponibilidade da infraestrutura e materiais para realização dos experimentos.

Aos alunos da graduação e pós-graduação, membros do Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro da UFU que contribuíram para a realização desta pesquisa. Agradeço a cada um pelo trabalho em equipe, por me ensinarem sempre, por colaborarem na condução dos experimentos e por tornarem os sábados de fazenda e reuniões mais leves e prazerosas.

Aos membros da banca examinadora Prof. Gabriel Mascarenhas Maciel, Prof^ª. Renata Oliveira Batista e Prof^ª. Ana Carolina Silva Siquieroli pela gentileza e disponibilidade para participar e contribuir na melhoria deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia e à Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade, suporte, infraestrutura e serviços disponibilizados.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelos ensinamentos. Aos funcionários da Fazenda Capim Branco pelo apoio necessário para a instalação e condução dos ensaios.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos que possibilitou a realização desta pesquisa.

A todos vocês, o meu muito obrigada!

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Caracterização dos genótipos de algodoeiro de fibra colorida selecionados para obtenção de dialelo parcial.	11
TABELA 2. Caracterização dos genótipos de algodoeiro de fibra branca selecionados para obtenção de dialelo parcial.	12
TABELA 3. Combinações híbridas para a obtenção de dialelo parcial.	13
TABELA 4. Definição e interpretação das características tecnológicas da fibra de algodão segundo classificação proposta pela EMBRAPA (2002).	18
TABELA 5. Análise de variância e dialélica dos genitores dos grupos I e II (G_1 e G_2) e de suas combinações híbridas quanto às características morfoagronômicas avaliadas nos estádios de florescimento pleno e maturidade plena. Uberlândia-MG, 2019.....	22
TABELA 6a. Média das características morfoagronômicas avaliadas no florescimento pleno e maturidade plena de 34 genótipos. Uberlândia, Minas Gerais, safra 2019/20. .	25
TABELA 6b. Média das características morfoagronômicas avaliadas no florescimento pleno e maturidade plena de 34 genótipos. Uberlândia, Minas Gerais, safra 2019/20.	Erro! Indicador não definido.
TABELA 7. Estimativa dos efeitos de CEC dos caracteres referentes ao estágio de florescimento e maturidade plena.....	29
TABELA 8. Análise de variância e dialélica dos genitores dos grupos I e II (G_1 e G_2) e de suas combinações híbridas quanto às características tecnológicas da fibra e ao desempenho produtivo. Uberlândia-MG, 2019.	34
TABELA 9a. Agrupamento de médias das características tecnológicas da fibra e índices de produtividade avaliados em esquema de dialelo parcial composto por 10 genitores e 34 combinações híbridas de algodoeiro, em Uberlândia-MG na safra 2019/20.	36
TABELA 9b. Agrupamento de médias das características tecnológicas da fibra e índices de produtividade avaliados em esquema de dialelo parcial composto por 10 genitores e 34 combinações híbridas de algodoeiro, em Uberlândia-MG na safra 2019/20.	Erro!
Indicador não definido.	
TABELA 10. Estimativa dos efeitos de CEC para os componentes de produção e características tecnológicas de fibra em dialelo parcial.....	44

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Dados meteorológicos referentes ao período de dezembro de 2018 a junho de 2019, em Uberlândia - MG. Fonte: Laboratório de Climatologia e Meteorologia Ambiental – CliMA (Uberlândia-MG).....	14
FIGURA 2. Dados meteorológicos referentes ao período de dezembro de 2019 a junho de 2020, em Uberlândia - MG. Fonte: Laboratório de Climatologia e Meteorologia Ambiental – CliMA (Uberlândia-MG).....	15
FIGURA 3. Estimativa dos efeitos da CGC referente aos caracteres agrônômicos avaliados no florescimento pleno em um dialelo parcial com genitores e F ₁ 's.	27
FIGURA 4. Estimativas de capacidade geral de combinação para os caracteres morfoagronômicos avaliados no estágio de maturidade plena em dialelo parcial com genitores e F ₁ 's.	31
FIGURA 5. Capacidade geral de combinação para as características tecnológicas de fibra referentes a 34 genótipos de algodoeiro em esquema de dialelo parcial. MIC: micronaire; MAT: maturidade de fibra; UHML: comprimento da fibra (mm); UI: uniformidade do comprimento (%); SFI: índice de fibras curtas (%); STR: resistência de fibras (gf tex ⁻¹); ELG: alongamento da fibra (mm).	42
FIGURA 6. Estimativa da capacidade geral de combinação dos componentes de produção em dialelo parcial. PC: peso médio de capulho (g); PRODC: produtividade de algodão em caroço (kg ha ⁻¹); PRODP: produtividade de algodão em pluma (kg ha ⁻¹); RF: rendimento de fibra (%).	47

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. A cotonicultura brasileira	3
2.2. Aspectos botânicos e morfológicos do algodoeiro	5
2.3. Melhoramento genético do algodoeiro	7
2.4. Análise dialélica.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Obtenção das combinações híbridas	11
3.2. Dialelo parcial	14
3.3. Caracteres avaliados.....	16
3.4. Análises estatísticas.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Análise das características morfoagronômicas	21
4.2. Análise do desempenho produtivo e características tecnológicas da fibra.....	32
5. CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50

RESUMO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L) é a principal fibra têxtil natural do mundo. Apesar da produção mundial ser composta majoritariamente por cultivares de fibra branca, o algodoeiro naturalmente colorido também tem conquistado o setor têxtil internacional, apresentando um alto potencial de mercado para os cotonicultores. No entanto, a sua viabilidade de produção em larga escala é comprometida por fatores como produtividade e qualidade de fibra inferiores em relação às cultivares de fibra branca disponíveis no mercado. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a capacidade combinatória entre acessos de algodoeiro visando o desenvolvimento de linhagens de algodão colorido produtivos e com qualidade de fibra superior. O trabalho foi realizado em condições de campo em Uberlândia-MG na safra 2019/2020. O ensaio foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com três repetições e 34 tratamentos (10 genitores de algodoeiro de fibra branca e colorida DP1552, BRS433, FM 980, TMG 47, TMG 82 e FMT 705, BRS Topázio e BRS Rubi PROMALG Red e PROMALG Okra) e 24 híbridos. Foram avaliadas 12 características morfoagronômicas além das avaliações de componentes da produção e de características tecnológicas da fibra. Foram empregadas as análises de variância, análise dialética pela metodologia de Griffing e teste de agrupamento por Scott-Knott. Foi constatada a predominância de efeitos genéticos aditivos no controle da expressão das características tecnológicas da fibra. Para promover incrementos na produtividade de genótipos de fibra colorida, são recomendadas as combinações híbridas PROMALG Red x BRS433 e BRS Rubi x DP1552. A combinação híbrida PROMALG Red x TMG82 apresentou a melhor complementariedade entre os genitores, sendo promissora para obtenção de progênies com qualidade de fibra colorida superior. As combinações BRS Rubi x FMT705 PROMALG Red x TMG82 e PROMALG Okra x DP1552 são recomendadas para obtenção de progênies com enfoque em comprimento de fibra (UHML) mais longo, associado às demais características tecnológicas.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*. Capacidade combinatória. Fibra colorida.

ABSTRACT

Cotton (*Gossypium hirsutum* L) is the main natural textile fiber in the world. Although its worldwide production is mainly composed of white fiber cultivars, naturally colored cotton has also conquered the international textile market, presenting a market potential for cotton farmers. However, its viability for large-scale production is compromised by factors such as: lower fiber yield and quality compared to white fiber cultivars available on the market. Therefore, the objective of the work was to evaluate the combinatorial capacity of cotton accessions through the methodology of partial diallel analysis for the development of colored cotton lines with fiber quality and superior productive potential. The work was carried out under field conditions in Uberlândia-MG in the 2019/2020 harvest. The experiment was carried out in a randomized block design with three replications and 34 treatments (10 white and colored fiber cotton parents DP1552, BRS433, FM 980, TMG 47, TMG 82, FMT 705, BRS Topázio, BRS Rubi, PROMALG Red and PROMALG Okra) and 24 hybrid combinations. 12 Morpho-agronomic evaluations were carried out in addition to the evaluations of yield and technological fiber characteristics. Analysis of variance, diallel analysis using the Griffing methodology and grouping test by Scott-Knott were performed. There was a predominance of additive genetic effects in the control of the expression of the technological characteristics of the fiber. The hybrid combinations PROMALG Red x BRS433 and BRS Rubi x DP1552 are recommended to promote increases in the productivity of colored fiber genotypes. PROMALG Red x TMG82 showed the best complementarity between the parents, being promising for obtaining progenies with superior colored fiber quality. The BRS Rubi x FMT705, PROMALG Red x TMG82 and PROMALG Okra x DP1552 combinations are recommended for the development of progenies with a focus on longer fiber length (UHML).

Key-words: *Gossypium hirsutum*. Combining ability. Naturally colored fiber.

1. INTRODUÇÃO

O algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), originário da América Central, é considerado a fibra vegetal de maior importância mundial. A espécie foi domesticada a cerca de 4000 anos e é cultivada atualmente em mais de 60 países (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO - ABRAPA, 2021).

O algodoeiro se tornou uma das cinco culturas de maior importância econômica mundial, com o Brasil ocupando o quarto lugar em volume de produção mundial e segundo lugar em exportação da *commodity* (INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE - ICAC, 2021).

Além de ser a principal fonte de fibra têxtil natural, o algodoeiro também é considerado uma planta de aproveitamento integral, podendo ser utilizado para diversos fins. Dentre eles, destacam-se, a utilização na indústria alimentícia humana, na produção de biodiesel, em produtos cosméticos e fitoterápicos, na produção de rações animais e até na indústria bélica (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO – AMIPA, 2021; ZONTA *et al.*, 2015).

Historicamente, a produção brasileira de algodão se baseou fundamentalmente no cultivo de genótipos de fibra branca, havendo cultivares de alto potencial produtivo e boas características de fibra disponíveis no mercado. Sendo assim, o melhoramento genético do algodoeiro foi direcionado, majoritariamente, para o algodão de fibra branca, enquanto o de fibra colorida era utilizado basicamente para fins artesanais e ornamentais (CARVALHO; FARIAS; RODRIGUES, 2015).

Produzida majoritariamente por sistemas de agricultura familiar, a cotonicultura colorida tem ganhado destaque no cenário têxtil, podendo se tornar um negócio promissor para os diferentes elos da cadeia produtiva. Segundo Carvalho, Andrade e Silva Filho (2011) o interesse pelas fibras naturalmente coloridas tem aumentado nas últimas décadas, principalmente devido ao seu valor de mercado até 30% superior, em relação ao algodão de fibra branca.

Além disso, a fibra naturalmente colorida atende a uma demanda de mercado com apelo mais ecológico e sustentável, pois dispensa o processo de tingimento químico, possibilitando a redução no volume de água utilizado ao longo do processamento e consequentemente, reduzindo os custos de produção na indústria têxtil (CARVALHO; FARIAS; RODRIGUES, 2015; GARCIA *et al.*, 2015).

No entanto, a viabilidade de produção do algodoeiro colorido em escala industrial é comprometida pela produtividade e qualidade de fibras inferiores destes genótipos, em relação aos de fibra branca disponíveis no mercado (CARDOSO *et al.*, 2010).

Logo, maiores investimentos em programas de melhoramento se fazem necessários para explorar a variabilidade genética da cultura por meio de hibridações entre parentais contrastantes. E assim permitir o desenvolvimento de novas cultivares de algodão colorido, que apresentem qualidade de fibra e potencial produtivo superior, além de adaptação às principais regiões produtoras e características agrônômicas favoráveis ao cultivo em larga escala (PENNA, 2005).

O uso de parentais adaptados, com elevada variabilidade genética e capacidade combinatória é um dos pré-requisitos para o melhoramento genético de qualquer espécie (BORÉM; FREIRE, 2014). Para avaliar a variabilidade entre os parentais podem ser realizados estudos com base em dados morfológicos, bioquímicos ou moleculares, a fim de fornecer informações que auxiliam na seleção eficiente, resultando em populações com maior variabilidade genética e maior probabilidade de rearranjos alélicos favoráveis (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2014).

Neste contexto, cruzamentos dialélicos provêm valiosas informações para os programas de melhoramento, como as estimativas de parâmetros genéticos úteis na seleção de genitores, e o entendimento da magnitude e natureza dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres. Os cruzamentos dialélicos podem ser divididos em quatro classes: completos, circulantes, incompletos e parciais (CRUZ, 2006; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2014).

Os cruzamentos dialélicos classificados como parciais envolvem grupos distintos de genitores e seus respectivos cruzamentos. Dentre as metodologias de análise dialélica mais utilizadas por pesquisadores, destacam-se as propostas por Griffing (1956) e Gardner e Eberhart (1966). Estas têm sido amplamente utilizadas nas mais diversas culturas por possibilitarem a obtenção de informações quanto ao comportamento de um grupo de genitores *per se* e de suas combinações híbridas (QUEIROZ *et al.*, 2017).

Ragsdale e Smith (2007) realizaram estudos em busca de promover incrementos na qualidade de fibra e fizeram uso da metodologia de dialelo parcial com oito acessos de algodoeiro de alto potencial produtivo, para a seleção de parentais promissores.

Sendo assim, o presente trabalho almeja avaliar a capacidade combinatória de acessos de algodoeiro de fibras brancas e coloridas com enfoque no desenvolvimento de linhagens de algodão colorido com qualidade de fibra e potencial produtivo superior.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A cotonicultura brasileira

O algodoeiro é uma das espécies cultivadas mais antigas da humanidade. Comparado às demais culturas, apresenta poucas exigências em termos de solo e condições climáticas, características as quais permitiram a sua dispersão e cultivo em praticamente todos os continentes do globo, somando mais de 60 países. Destes, a China, Índia, Estados Unidos, Brasil e Paquistão destacam-se como os maiores produtores, detendo cerca de 85% da produção mundial (ABRAPA, 2021).

Dentre as espécies cultivadas mundialmente, o algodão é a cultura que possui uma das cadeias produtivas mais extensas e complexas. Segundo estimativas da Associação Brasileira de Produtores de Algodão (ABRAPA, 2020), sua cadeia produtiva engloba aproximadamente 350 milhões de pessoas mundialmente, movimentando a cada ano um montante de bilhões de dólares pelo comércio mundial da cultura e de seus subprodutos.

Segundo estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2021) a safra 2019/20 atingiu um recorde de produção, possibilitando que o Brasil alcançasse a posição de quarto lugar em volume de produção mundial, na qual permanece até então. O volume alcançado foi de aproximadamente 3 milhões de toneladas de pluma produzidas, o que corresponde a um aumento de 4,2%, em relação ao ano safra anterior. Este aumento foi impulsionado pelos preços atrativos nos anos anteriores, que deram sustentação à produção doméstica, pelo interesse das vendas internacionais e pelo elevado patamar do dólar no ano de 2020 (CONAB, 2020).

No entanto, para a safra 2020/21 espera-se que haja uma redução de até 8,8% na área plantada em território brasileiro em relação ao ano safra anterior. Devido à retração do mercado em vista da pandemia de Covid-19, que provocou um aumento nos estoques mundiais de pluma, devido a paralização das vendas, renegociação e cancelamentos de contratos firmados. Sendo assim, houve uma menor venda prévia da safra 20/21 e, portanto, menor área foi plantada (CONAB, 2021).

Ao avaliar o histórico mundial de produção, é possível observar que a cotonicultura se destaca por apresentar um dos mercados mais voláteis dentre as *commodities* agrícolas. Sua produção é altamente influenciada por diversos fatores, sendo a oscilação dos

estoques mundiais de pluma o principal deles, capaz de promover o aumento ou redução da demanda mundial, de acordo com os níveis em que se encontram.

A cotonicultura brasileira é fortemente influenciada por tal oscilação, considerando que parte majoritária de sua produção é destinada à exportação. No ano de 2020, o Brasil exportou cerca de 2,12 milhões de toneladas de algodão em pluma, desta: 29% foi destinada à China, 17% ao Paquistão, 12% à Turquia, 10% ao Bangladesh e 10% para a Indonésia (CONAB, 2021).

O histórico de produção brasileiro teve início em 1930, motivado por incentivos governamentais devido à crise do café. Neste período a cotonicultura se concentrava principalmente nos estados do Paraná e São Paulo, onde prevaleceu tomando força ao longo das décadas seguintes. No entanto, o aparecimento do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*) em 1980 aliado a uma série de outros fatores, abalou fortemente os produtores de algodão, levando à uma desorganização da cotonicultura nacional (ALVES; LIMA; FERREIRA FILHO, 2014).

Foi apenas em meados da década de 1990, com a reestruturação da cadeia e delineamento produtivo, que a cotonicultura brasileira se estabeleceu e retornou a crescer. Foi adotado um novo sistema de cultivo, a realizar-se em grandes propriedades, com processo tecnificado e acompanhado do surgimento de fundações, associações de produtores e programas estatais. Além disso, o deslocamento da cotonicultura para o Centro-Oeste brasileiro ocorreu de forma concomitante às mudanças estruturais citadas, região na qual se firmou e permanece até a atualidade, apresentando incrementos progressivos na produtividade e qualidade da fibra (ALVES; LIMA; FERREIRA FILHO, 2014).

Como demonstrado, a produção brasileira de algodão ainda se concentra de forma majoritária na região centro-oeste do país (CARVALHO; FARIAS; RODRIGUES, 2015), com altos índices de produtividade responsáveis por garantir ao Brasil o segundo lugar no ranking mundial de volume de exportação. Os cinco maiores estados produtores brasileiros são: Mato Grosso, Bahia, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul somando uma área plantada de cerca de 1.589,4 mil hectares na safra 2019/20 (CONAB, 2020).

Considerada uma planta de aproveitamento integral, o algodoeiro tem como principal produto a sua pluma, matéria-prima utilizada pela indústria têxtil e de fiação (RICHETTI; MELO FILHO, 2001). No entanto, outras estruturas vegetais da planta, como o caule, o caroço, o capulho e até as folhas também podem ser empregadas para fins comerciais, tais como: a extração de óleo pela indústria alimentícia humana e de

biodiesel, a utilização da torta do caroço para a produção de ração animal, a exploração do linter para a fabricação de celulose, obtenção de algodão para fins cirúrgicos ou até para a produção de pólvora pela indústria bélica (AMIPA, 2021).

2.2. Aspectos botânicos e morfológicos do algodoeiro

O algodão é uma angiosperma da classe das dicotiledôneas, pertencente à ordem Malvales, família Malvaceae, tribo Gossypieae e gênero *Gossypium*. Existem 53 espécies descritas pertencentes a esse gênero, das quais, 45 são diplóides ($2n=2x=26$) e seis são tetraplóides ($2n=4x=52$) (FREIRE, 2014). Destas, apenas quatro são cultivadas comercialmente *G. hirsutum*, *G. barbadense* (alotetraplóides) *G. herbaceum* e *G. arboreum* (diploides), sendo a primeira responsável por mais de 90% da produção mundial (GADELHA *et al.*, 2014; QUEIROZ *et al.*, 2017, ZHANG, 2008).

O algodão é uma cultura semi-perene, com plantas eretas, de porte arbustivo e hábito de crescimento indeterminado (BORÉM; FREIRE, 2014). Seu ciclo total varia, em média, de 160 a 180 dias para as condições ambientais brasileiras, podendo sofrer alterações de acordo com a precocidade de cada genótipo e condições ambientais do local de cultivo (PENNA, 1982).

As plantas possuem caule ascendente com ramos vegetativos e frutíferos, podendo-se observar glândulas produtoras de gossipol distribuídas em quase sua totalidade. O gossipol é uma substância produzida naturalmente pela espécie e está associada à defesa da planta contra pragas e doenças, apresentando toxicidade a certos insetos e aos animais não ruminantes. Quanto ao sistema radicular do algodoeiro, a raiz é classificada como pivotante, atingindo até 2,5 m de profundidade (BORÉM; FREIRE, 2014).

A altura das plantas pode variar dependendo da espécie e das condições de cultivo. O *Gossypium hirsutum*, tipicamente de fibra branca, é a espécie mais explorada comercialmente e apresenta altura entre 0,6 m e 1,5 m, enquanto a *G. barbadense*, caracterizada por suas fibras longas e brilhantes, pode atingir alturas de até 2,7 m (BORÉM; FREIRE, 2014).

O algodão possui folhas simples, classificadas em três tipos distintos: as cotiledonares, com formato reniforme característico, são as primeiras a surgir com a emergência das plântulas; os prófilos, de pequeno tamanho, localizados na base da gema, próxima à axila da folha verdadeira; e as folhas verdadeiras, incompletas, tri ou pentalobadas, as quais podem ser subdivididas em vegetativas, ou do ramo, e as frutíferas,

que são localizadas no lado oposto de cada nó frutífero, junto à estrutura reprodutiva (BORÉM; FREIRE, 2014).

O sistema reprodutivo do algodoeiro é classificado como intermediário. Na ausência de agentes polinizadores as plantas realizam autofecundação, no entanto, na presença dos mesmos ou de determinadas condições ambientais, podem ser observadas elevadas taxas de polinização cruzada, superando 80% (LIMA; AQUINO; BERGER, 2014). As flores do algodão são do tipo hermafrodita e apresentam coloração creme ou amarelada, tornando-se violáceas quando expostas à radiação solar prolongada (PENNA, 1982).

O surgimento dos botões florais obedece a um padrão em espiral, com intervalo de emissão variável de acordo com a cultivar e as condições de cultivo. Após a ocasião da fertilização, as flores dão origem ao fruto denominado maçã, o qual, quando aberto, origina o capulho, estrutura que expõe as fibras do algodão maduras e possui, em média, de 30 a 40 sementes (BORÉM; FREIRE, 2014).

As sementes do algodão possuem altos teores de óleo (30-35%) e proteína (40-45%). São cobertas por dois tipos de células diferenciadas que originam: as fibras longas e fiáveis, amplamente utilizadas pela indústria têxtil e responsáveis por determinar o valor comercial da cultura, e a camada de fibras curtas e fortemente aderidas às sementes, denominada línter (TELES; FUCK, 2016). O algodão em caroço é composto por aproximadamente 40% de fibra, destinada principalmente para a indústria têxtil e 60% de caroço, o qual é utilizado para inúmeros fins pelas indústrias alimentícia, farmacêutica, de celulose e de ração animal (BELTRÃO; CARVALHO 2004; PENNA, 2005).

As fibras do algodão, quando maduras, podem apresentar até 25 camadas de celulose, polissacarídeo responsável por 95% de sua composição (BELTRÃO; CARVALHO, 2004). Além disso, 1,3% de sua constituição corresponde aos denominados “mordentes da fibra”, proteínas de alta importância para a indústria têxtil, por receberem os corantes no processo de tingimento dos tecidos. O conjunto das fibras do algodão denomina-se pluma, e pode apresentar coloração branca ou colorida. A presença de cor representa característica fenotípica dominante na cultura, variando em tons de creme, verde, marrom e marrom-avermelhado (BELTRÃO; CARVALHO, 2004).

Para a definição do valor de comercialização da fibra do algodão utiliza-se como base a classificação das características intrínsecas e extrínsecas da fibra, conforme procedimentos padronizados e desenvolvidos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América do Norte - USDA (RESENDE *et al.*, 2014). Anteriormente

realizada de forma manual, a classificação das fibras do algodoeiro, passa hoje por um processo de automação, substituindo cada vez mais o trabalho humano por equipamentos de alta precisão.

A classificação intrínseca é realizada com o auxílio do instrumento HVI (*High Volume Instrument*), aparelho capaz de fornecer informações detalhadas quanto às características tecnológicas da fibra. Tais como: comprimento da fibra, uniformidade do comprimento, alongamento, maturidade e resistência das fibras, índice de fibras curtas e micronaire, as quais afetam diretamente a qualidade da fibra, a eficiência do processamento têxtil e o valor de comercialização do produto final (LANA; RIBAS; CHANSELME, 2014).

O algodão de fibra colorida, apesar de cultivado em menor escala, apresenta um valor de mercado superior em relação ao de fibra branca. Além disso, sua utilização possibilita uma redução significativa no volume de água empregado no processamento e consequentemente no custo de produção têxtil (DUTT *et al.*, 2004; GARCIA *et al.*, 2015). No entanto, apesar de ser comercializado por um valor superior, o algodão colorido apresenta produtividade e qualidade de fibra inferior aos genótipos de fibra branca disponíveis no mercado, com fibras mais curtas e menos resistentes (BELTRÃO; CARDOSO *et al.*, 2010; CARVALHO, 2004).

Sendo assim, o melhoramento genético de plantas se apresenta como uma das soluções mais eficientes e viáveis economicamente, tanto para gerar incrementos na produtividade, quanto para melhorar a qualidade da fibra das cultivares de algodão colorido visando ampliar seu cultivo e exploração pela indústria têxtil.

2.3. Melhoramento genético do algodoeiro

O algodoeiro é uma das espécies cultivadas mais antigas da humanidade. Acredita-se que sua domesticação ocorreu a cerca de 4000 anos, sendo as suas primeiras referências históricas de cultivo na região do sul da Arábia. No Brasil, o histórico da cotonicultura data desde antes da colonização, em 1500, quando os indígenas já se mostravam capazes de colher, fiar, tecer e tingir a fibra do algodão para a confecção de redes e cobertores (ASSOCIAÇÃO MATOGROSSENSE DE PRODUTORES DE ALGODÃO - AMIPA, 2021).

O pioneiro nacional em melhoramento genético do algodoeiro foi o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), iniciando seus estudos em 1921, sob a liderança do

pesquisador Cruz Martins seguido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em 1975 (FREIRE, 2014; TELES; FUCK, 2016).

Atualmente atuam no Brasil inúmeros programas de melhoramento genético públicos e privados com o propósito de desenvolver novas cultivares de algodoeiro que atendam tanto às exigências do mercado, quanto às exigências dos cotonicultores e beneficiadores. O objetivo principal consiste no desenvolvimento de genótipos de algodoeiro com ciclo médio a precoce, rendimento de fibra, potencial produtivo e qualidade de fibra superiores, além de adaptação às diferentes regiões de cultivo, resistência e ou tolerância aos principais insetos-praga e doenças da cultura (KHAN *et al.*, 2018).

O melhoramento de plantas trata essencialmente da seleção de indivíduos superiores dentro de populações geneticamente heterogêneas. No caso particular do algodão, buscam-se genótipos que atendam às necessidades de três setores da economia: cotonicultores, empresas beneficiadoras e complexo têxtil. Para originar as populações segregantes são realizados cruzamentos, dos quais espera-se que a ocorrência de recombinações alélicas favoráveis. Dessas combinações almeja-se extrair novas cultivares comerciais (AGUIAR *et al.*, 2007).

Algumas fases desse processo são de suma importância, como a seleção dos genitores com identificação das melhores combinações híbridas, o avanço das gerações sem a perda de combinações gênicas favoráveis e finalmente, a seleção de linhagens superiores e puras (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015).

Sendo assim, para se obter o sucesso ao longo de todo o processo de melhoramento, é necessário que as etapas iniciais sejam realizadas com a maior precisão possível, com base em estimativas de parâmetros genéticos que representem a concentração de alelos favoráveis nos parentais e combinações híbridas. Dessa forma, as análises dialélicas são de grande valor, pois fornecem informações sobre os genitores e sobre os híbridos F₁'s resultantes.

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 dos genitores mais promissores. Assim, o conhecimento da capacidade combinatória dos genótipos a serem empregados assume grande importância no melhoramento (CARVALHO, 2008).

Os sistemas de cruzamentos dialélicos tem sido empregados em estudos de diversas espécies. Para o algodoeiro já foram relatados em análises quanto à produtividade,

características agronômicas, componentes de produção das sementes, propriedades da fibra e parâmetros de qualidade (BECHERE; ZENG; HARDIN, 2016; KHAN *et al.*, 20011).

2.4. Análise dialélica

Os programas de melhoramento genético fazem uso de análises genético-estatísticas para auxiliar na seleção dos genótipos promissores e obter sucesso em seus objetivos, atendendo às demandas e exigências do mercado consumidor (CARVALHO, 2008). Segundo Bertan, Carvalho e Oliveira (2007) a melhor forma de determinar a capacidade de combinação entre genitores é através da análise dialélica.

Assim sendo, os métodos que estimam a capacidade combinatória de progenitores têm sido algumas das técnicas mais utilizadas, provendo estimativas de parâmetros essenciais para a seleção dos genitores e a compreensão dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres (CRUZ *et al.*, 2012; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2014), que podem ser estimados com base em avaliações morfológicas, moleculares ou de pedigree.

O termo dialelo tem sido utilizado para descrever um conjunto de $p \frac{(p-1)}{2}$ híbridos, resultante de hibridações entre p genitores. Os dialelos podem ter a inclusão dos genitores, além dos híbridos recíprocos e ou outras gerações relacionadas, como F_2 's e retrocruzamentos e podem ser classificados como dialelos parciais ou completos, balanceados, desbalanceados ou circulantes (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2014).

Os modelos de dialelos parciais envolvem dois grupos distintos de genitores e um menor número de combinações híbridas, razão pela qual têm sido amplamente empregados como forma de superar a limitação dos dialelos completos, com um maior número de tratamentos e maior necessidade de tempo e recursos e mão de obra qualificada para realizar as avaliações.

Haymann (1954), Griffing (1956) e Gardner e Eberhart (1966) foram alguns dos responsáveis pela elucidação de diversos métodos de análise e interpretação de cruzamento dialélicos. Haymann (1954) propôs uma metodologia baseada em conhecimentos de natureza ambiental e genética obtidos a partir de uma tabela dialélica, como variâncias, covariâncias e médias.

O método de análise dialélica proposto por Gardner e Eberhart (1966) provém informações detalhadas quanto ao potencial *per se* de genitores em equilíbrio de Hardy-

Weinberg e quanto à heterose manifestada em seus híbridos (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2014).

Entre as metodologias existentes, a de análise dialética, proposta por Griffing (1956) é uma das mais empregadas, possibilitando estimar as capacidades: combinatória geral (CGC) e combinatória específica (CEC), as quais, combinadas, descrevem o potencial genético dos parentais e a capacidade combinatória dos mesmos em gerar híbridos superiores (QUEIROZ *et al.*, 2017).

Na análise dialética completa, os parentais são cruzados em todas as combinações possíveis, para identificar os genitores mais e menos promissores, a partir da CGC, e as combinações específicas mais promissoras, através da CEC; envolvendo tanto cruzamentos diretos, como recíprocos, através dos quais os efeitos maternos podem ser verificados (KHAN *et al.*, 2011).

A estimativa da CGC proporciona informações referentes a concentração de genes predominantemente aditivos em seus efeitos e fornece informações a respeito da potencialidade do parental em gerar combinações favoráveis, sendo de grande valia no processo de seleção dos genitores para programas de melhoramento intrapopulacional. Por outro lado, a CEC proporciona informações quanto aos efeitos genéticos não aditivos, que correspondem aos desvios de dominância, fornecendo informações sobre a capacidade dos genitores em gerar híbridos superiores (AGUIAR *et al.*, 2007; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2014).

Vários estudos (AGUIAR *et al.*, 2007; BECHERE; ZENG; HARDIN, 2016; HAGUE *et al.*, 2008) demonstraram que os efeitos genéticos aditivos são predominantes no controle da maioria das características agrônômicas e de qualidade de fibra do algodoeiro.

Segundo Nascimento *et al.* (2010), os híbridos mais indicados em programas de melhoramento genético são aqueles que apresentam, simultaneamente, estimativas de capacidade específica de combinação favoráveis, boas médias e que envolvam ao menos um genitor com boa capacidade geral de combinação. Berger, Hague e Smith (2012) avaliaram a qualidade de fibra em oito genótipos de algodoeiro usando análise dialética e observaram efeitos significativos para os valores de CGC e CEC para a maioria das características de fibra avaliadas, incluindo a porcentagem de fibra.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Obtenção das combinações híbridas

Os cruzamentos foram conduzidos na estação experimental da Fazenda Capim Branco (18°52'S; 48°20'W e 805 m de altitude) pertencente a Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no município de Uberlândia, Minas Gerais, na safra 2018/19.

A área experimental situa-se sobre um Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, com textura argilosa. Anterior a implantação do experimento, coletou-se uma amostra composta de solo, para a realização das análises químicas para fins de recomendação da calagem e adubação. O preparo do solo foi realizado de forma convencional, com uma aração e duas gradagens e a área foi sulcada e adubada manualmente com o formulado NPK, nas concentrações 20-80-40.

O experimento foi implantado em dezembro de 2018 e a semeadura dos genótipos de algodoeiro foi realizada manualmente, adotando-se 16 sementes por metro linear, cada genótipo foi semeado em duas linhas com 5 m de comprimento cada, espaçadas em 0,9 m.

Dez genótipos de algodoeiro foram selecionados com base em características relacionadas ao ciclo, média de produtividade, coloração e qualidade de fibra, tendo em vista a obtenção de populações segregantes superiores. Destes, quatro são genótipos de fibra colorida: PROMALG Red e PROMALG Okra, provenientes do Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro da Universidade Federal de Uberlândia (PROMALG) e as cultivares BRS Rubi e BRS Topázio, desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), conforme demonstrado na Tabela 1.

TABELA 1. Caracterização dos genótipos de algodoeiro de fibra colorida selecionados para obtenção de dialelo parcial.

Grupo I			
Genótipos	Origem	Ciclo	Cor de fibra
PROMALG Red	UFU	Médio	Marrom avermelhado
PROMALG Okra	UFU	Médio	Marrom clara
BRS Topázio	Embrapa	Médio	Marrom clara
BRS Rubi	Embrapa	Médio	Marrom avermelhado

*UFU: Universidade Federal de Uberlândia; Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Além de seis cultivares comerciais caracterizadas por fibra de cor branca: DP1552, BRS433, FM 980, TMG 47, TMG 82 e FMT 705, referentes aos programas: Monsanto Deltapine, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Fibermax, Tropical Melhoramento & Genética (TMG) e Fundação Mato Grosso (FMT) (Tabela 2).

TABELA 2. Caracterização dos genótipos de algodoeiro de fibra branca selecionados para obtenção de dialelo parcial.

Grupo II		
Genótipos	Origem	Ciclo
FMT 705	FMT	Médio a tardio
BRS433	Embrapa	Médio a tardio
TMG 82	TMG	Médio a tardio
TMG 47	TMG	Tardio
DP1552	Monsanto DeltaPine	Médio
FM 980	Fibermax	Tardio

*TMG: Tropical Melhoramento & Genética; FMT: Fundação Mato Grosso.

As sementes foram tratadas com Carboxina-Tiram (Vitavax Thiram 200 SC®) e Imidacloprido (Sombbrero®), ambos na dose de 500ml a cada 100 kg de sementes. Após a semeadura foi realizado o controle pré-emergente de plantas daninhas com o herbicida Metacoloro (Dual Gold®) na dose de 1,5 L ha⁻¹, utilizando-se pulverizador costal.

A adubação de cobertura foi realizada 30 dias após a semeadura, utilizando 19 g por metro linear do formulado composto por N (34 kg) e K₂O (14,68 kg) e adubação foliar com ácido bórico na dose de 2 kg ha⁻¹, subdivididas em cinco aplicações a cada cinco dias após o estágio B1 de desenvolvimento segundo a escala de Marur e Ruano (2001), no qual é observado a formação dos primeiros botões florais.

O manejo de pragas, doenças e plantas infestantes foi realizado de acordo com as recomendações para a cultura. As principais pragas identificadas foram: pulgão (*Aphis gossypii*), mosca-branca (*Bemisia tabaci*), tripes (*Frankliniella* spp.), bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*), lagarta das maçãs (*Heliothis virescens*) e curuquerê (*Alabama argilacea*). Além disso, foram realizadas aplicações de cloreto de mepiquat (chloride 1,1-dimethylpiperidinium) como regulador de crescimento das plantas.

Para obtenção das populações segregantes, as hibridações artificiais foram realizadas de acordo com as combinações demonstradas na tabela 3 entre o grupo I

referente aos genitores comerciais de fibra colorida (Tabela 1) e o grupo II aos genitores de fibra branca (Tabela 2), resultando em 24 combinações híbridas.

TABELA 3. Combinações híbridas para a obtenção de dialelo parcial.

Grupo I	Grupo II			
	PROMALG Red	PROMALG Okra	BRS Topázio	BRS Rubi
FMT 705	C1	C2	C3	C4
BRS433	C5	C6	C7	C8
TMG 82	C9	C10	C11	C12
TMG 47	C13	C14	C15	C16
DP1552	C17	C18	C19	C20
FM 980	C21	C22	C23	C24

*C: combinação híbrida.

Para realização das hibridações artificiais os botões florais dos genitores femininos foram submetidos ao processo de emasculação no dia anterior à sua abertura. A emasculação consiste na retirada das brácteas, sépalas, pétalas e coluna estaminal, deixando à mostra o estigma floral, o qual foi lavado com água para retirada de grãos de pólen imaturos e coberto com um canudo a fim de impedir a possível ocorrência de polinizações cruzadas. Na manhã seguinte, após a antese, foram realizadas as fecundações a partir do esfregaço do pólen dos genitores masculinos, no estigma receptivo dos genitores femininos. Cada evento de hibridação foi identificado com o auxílio de etiquetas codificadas.

Além das hibridações, também foram realizadas as autofecundações controladas em flores dos genitores para garantir a pureza do material genético empregado no dialelo. Para isto, no dia anterior à abertura dos botões florais, foi realizada a colagem do ápice das pétalas com auxílio de cola de isopor, de tal forma que as pétalas não conseguiram se descolar durante o período em que o estigma estava receptivo, evitando a ocorrência de fecundações cruzadas.

Após a ocorrência da maturação, os capulhos resultantes das hibridações artificiais e das autofecundações controladas foram colhidos separadamente e beneficiados manualmente para a obtenção das sementes dos genitores e da geração F₁. As sementes foram armazenadas em câmara fria a 14% de umidade e temperatura média de 15°C.

As condições meteorológicas de precipitação e temperatura durante o período foram monitoradas por meio de estação meteorológica automática e os dados foram disponibilizados pelo Laboratório de Climatologia e Meteorologia Ambiental da UFU (CliMA), representados na figura 1.

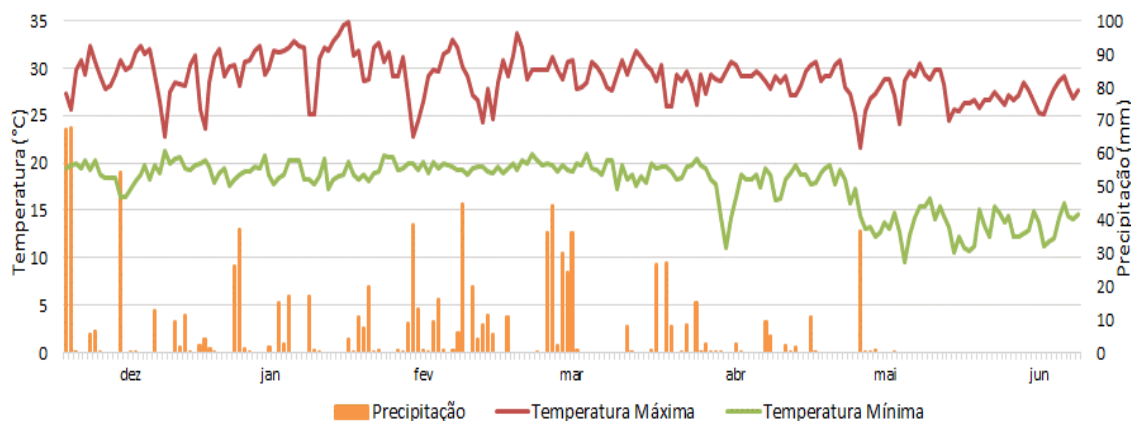


FIGURA 1. Dados meteorológicos referentes ao período de dezembro de 2018 a junho de 2019, em Uberlândia - MG. Fonte: Laboratório de Climatologia e Meteorologia Ambiental – CliMA (Uberlândia-MG).

3.2. Dialelo parcial

O experimento foi conduzido a campo na safra 2019/20 em uma área experimental na Fazenda Capim Branco (18°52'S; 48°20'W e 805 m de altitude), pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Uberlândia, Minas Gerais.

A área experimental situa-se sobre um Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, com textura argilosa. Anterior a implantação do experimento, coletou-se uma amostra composta de solo, para a realização das análises químicas para fins de recomendação da calagem e adubação. O preparo do solo foi realizado de forma convencional, com uma aração e duas gradagens e a área foi sulcada e adubada manualmente com o formulado NPK, nas concentrações 20-80-40.

O delineamento adotado foi de blocos casualizados com 34 tratamentos (24 combinações híbridas e 10 parentais). A semeadura foi realizada manualmente em dezembro de 2019, adotando-se oito sementes por metro linear. Cada genótipo foi semeado em duas linhas com quatro metros de comprimento cada, espaçadas em 0,9 m, contemplando 64 plantas por parcela, sendo a área útil da parcela caracterizada pelas duas linhas centrais, desprezando 0,5 metro de cada extremidade. Para a bordadura total do

experimento foi empregado um genótipo de algodão de fibra branca sem gossipol, respeitando o espaçamento de 0,9 m entre bordadura e área útil.

O manejo integrado de pragas, doenças e plantas infestantes foi realizado de maneira semelhante ao empregado no bloco de cruzamentos na safra 2018/19, também de acordo com as recomendações para a cultura. Na safra 2019/20 as principais pragas encontradas foram: pulgão (*Aphis gossypii*), mosca-branca (*Bemisia tabaci*), tripses (*Frankliniella* spp.), bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*), lagarta das maçãs (*Heliothis virescens*) e ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*).

No estágio B1 de desenvolvimento, segundo a escala do algodão proposta por Marur e Ruano (2001), iniciou-se a fase reprodutiva do algodão, com o surgimento dos primeiros botões florais. Nesse momento deu-se início o monitoramento de cada fase do crescimento e desenvolvimento das plantas para avaliar a necessidade de aplicação de reguladores de crescimento. A tomada de decisão baseou-se no potencial de crescimento vegetativo das plantas, estágio de desenvolvimento, retenção de estruturas reprodutivas e taxa de crescimento, mensurada com base no comprimento médio dos internódios.

A análise dos internódios foi realizada semanalmente de forma aleatória em 30 plantas da área útil total, tendo início no estágio B1 de desenvolvimento com pulverizações sequenciais com o regulador de crescimento cloreto de mepiquat (chloride 1,1-dimethylpiperidinium) por meio de pulverizador costal.

Estão representados na figura 2 os dados meteorológicos de precipitação e temperatura durante o período de condução do experimento, monitorados por meio de estação meteorológica automática.

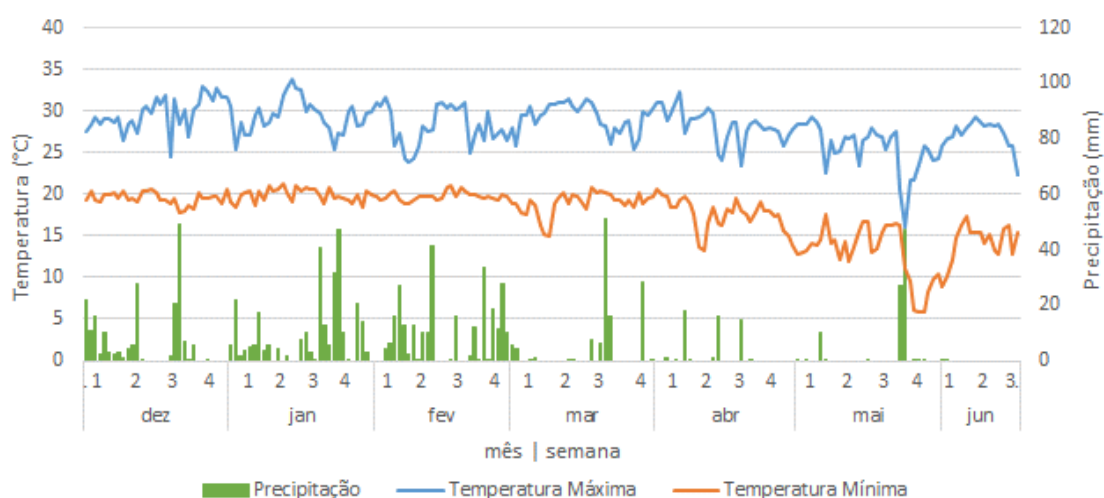


FIGURA 2. Dados meteorológicos referentes ao período de dezembro de 2019 a junho de 2020, em Uberlândia - MG. Fonte: Laboratório de Climatologia e Meteorologia Ambiental – CliMA (Uberlândia-MG).

3.3. Caracteres avaliados

As avaliações agronômicas foram realizadas em cinco plantas amostradas ao acaso na área útil de cada parcela no período de florescimento pleno, caracterizado pelo momento em que 50% das plantas da parcela apresentavam ao menos um botão floral aberto e na maturidade plena, que compreende o momento em que 80% dos capulhos por planta encontram-se abertos. Foram avaliados:

- Altura das plantas no florescimento pleno (APF): Corresponde à distância desde o nível do solo até a inserção da última folha (cm);
- Altura de inserção do primeiro ramo reprodutivo no florescimento pleno (APRF): Corresponde à distância desde o nível do solo até a inserção do 1º ramo reprodutivo (cm);
- Índice de área foliar no florescimento pleno (IAF): Determinado através da equação $Y=0,7254(X)^{2,08922}$, em que X equivale a média entre o comprimento da nervura central de duas folhas situadas no terço médio da planta (FIDELES FILHO; BELTRÃO; PEREIRA, 2010) (cm²);
- Número de dias para o florescimento pleno (NDF): Compreende o número de dias entre a germinação das plantas e o estágio de florescimento pleno (dias);
- Altura das plantas na maturidade plena (APM): Corresponde à distância desde o nível do solo até a inserção da última folha (cm);
- Altura de inserção do primeiro ramo reprodutivo na maturidade (APRM): Corresponde à distância desde o nível do solo até a inserção do 1º ramo reprodutivo (cm);
- Número de ramos vegetativos e reprodutivos na maturidade (NRVM e NRRM): Determinado pela quantificação de ramos vegetativos e reprodutivos na haste principal da planta na maturidade;
- Número de estruturas reprodutivas por planta na maturidade (NM e NC): Determinado pela quantificação do número de maçãs e capulhos por planta, respectivamente;
- Número de dias até a maturidade plena (NDM): Compreende o número de dias entre a germinação das plantas e o estágio de maturidade plena (dias).

Após as plantas atingirem o estágio fenológico de maturidade plena, os capulhos da área útil de cada parcela foram colhidos manualmente e processados com auxílio de

máquina de descaroçar para separação do algodão em fibra e caroço. As médias obtidas para cada componente foram utilizadas para a obtenção das estimativas de:

- Peso médio de capulho (PC): Corresponde à média entre o peso de 30 capulhos colhidos ao acaso na área útil de cada parcela (g);
- Produtividade de algodão em caroço (PRODC): Estimativa obtida a partir da pesagem de todos os capulhos da área útil de cada parcela (kg ha^{-1});
- Produtividade de algodão em pluma (PRODP): Estimativa obtida a partir da pesagem da pluma resultante da área útil de cada parcela (kg ha^{-1});
- Rendimento de fibra (RF): Corresponde à razão entre o peso da pluma e o peso do algodão em caroço de cada área útil, multiplicando por 100 (%).

Após o beneficiamento da fibra, foram coletadas amostras da pluma do algodão de aproximadamente 100g por tratamento. As amostras foram devidamente identificadas e armazenadas e posteriormente enviadas para o laboratório de análise de fibra Minas Cotton da Associação Mineira dos Produtores de Algodão (AMIPA), em Uberlândia, Minas Gerais.

As amostras de algodão foram acondicionadas a uma temperatura atmosférica padrão para os ensaios têxteis de $20^{\circ}\text{C} + 2$ e umidade relativa do ar de $65\% + 2$, por um período compreendido entre 24 a 48 horas, antes de serem destinadas a análise de qualidade da fibra.

A análise foi realizada com o auxílio do sistema HVI (*High Volume Instruments*). Dentre as medições realizadas por este equipamento, destacam-se: comprimento da fibra (UHML, em mm), uniformidade do comprimento de fibra (UI, em %), alongamento da fibra (ELG, em %), resistência da fibra (STR, em gf tex-), micronaire (MIC), maturidade da fibra (MAT) e índice de fibras curtas (SFI, em %).

A interpretação das características tecnológicas da fibra foi submetida aos padrões estabelecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2002) (Tabela 4).

TABELA 4. Definição e interpretação das características tecnológicas da fibra de algodão segundo classificação proposta pela EMBRAPA (2002).

Caract.	Definição	Interpretação
UHML (mm)	Comprimento médio da metade mais longa do feixe de fibras em 32 subdivisões de polegada.	Muito irregular: menor que 77%; Irregular: de 77 a 79%; Médio: de 80 a 82%; Uniforme: de 83 a 85%; Muito uniforme: acima de 85%.
UI (%)	Relação entre o comprimento médio e o comprimento médio da metade mais longa do feixe de fibras, expresso em porcentagem.	Muito baixo: menor que 77; Baixo: de 77 A 79; Regular: de 80 A 82; Elevado: de 83 A 85; Muito elevado: acima de 85.
ELG (%)	Quanto o material cede no sentido longitudinal até o momento de rotura, expresso em porcentagem, em função do comprimento inicial.	Muito frágil: menor que 5%; Frágil: de 5,0 a 5,9%; Regular: de 5,9 a 6,7%; Elevado: de 6,8 a 7,6%; Muito elevado: acima de 7,6%.
STR (gf tex ⁻¹)	Força requerida para romper um feixe de fibras de um <i>tex</i> (equivale a 1000 m lineares de fibra).	Muito baixo: menor que 20; Baixo: de 21 a 23; Regular: de 24 a 27; Elevado: de 27 a 29; Muito elevado: acima de 30.
MIC	Comportamento e resistência ao ar de um feixe de fibras definida em fluxo de ar a uma pressão constante.	Muito fina: menor que 3; Fina: de 3 a 3,9; Regular: de 4 a 4,9; Grossa: de 5 a 5,9; Muito grossa: maior ou igual a 6.
SFI (%)	Porcentagem de fibras curtas, com comprimento inferior a 12,7 mm presentes na amostra.	Muito baixo: menor que 6%; Baixo: de 6 a 9%; Regular: de 10 a 13%; Elevado: de 14 a 17%; Muito elevado: acima de 17%.
MAT	Grau que indica a espessura das camadas de celulose da parede secundária em relação ao seu diâmetro externo da fibra.	Inadequado: menor que 0,70; Imaturo: de 0,70 a 0,80; Inferior ao médio: de 0,80 a 0,85; Maduro: de 0,85 a 0,95; Superior ao médio: de 0,95 a 1,00.

*UHML: comprimento da fibra; UI: uniformidade do comprimento; ELG: alongamento da fibra; STR: resistência; MIC: micronaire; SFI: índice de fibras curtas; MAT: maturidade da fibra; Caract.: características tecnológicas da fibra.

3.4. Análises estatísticas

Foram avaliadas as pressuposições da análise de variância. A normalidade dos resíduos foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk (1965), a homogeneidade das variâncias residuais pelo teste proposto por O'Neill e Mathews (2002), oriundo de uma modificação do teste de Levene (1960) e a aditividade dos blocos pelo teste de Tukey.

Posteriormente, após os pressupostos serem atendidos, os dados referentes aos 34 tratamentos (24 combinações e 10 parentais) foram submetidos à análise de variância univariada de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + \varepsilon_{ij}$$

No qual:

Y_{ij} : observação na área útil da parcela, do i -ésimo tratamento no j -ésimo bloco;

μ : média geral da população;

t_i : efeito do i -ésimo tratamento ($i: 1, 2, \dots, n$);

b_j : efeito do j -ésimo bloco;

ε_{ij} : efeito do erro experimental médio.

Em seguida, as médias dos genitores e da geração F_1 foram utilizadas para a realização da análise dialélica parcial, de acordo com o método 2 proposto por Griffing (1956) para estimar a capacidade geral de combinação (CGC) e a capacidades específica de combinação (CEC).

O efeito dos tratamentos foi estimado por meio do modelo matemático a seguir, proposto por Griffing e adaptado por Miranda Filho e Geraldi (1984) para dialelo parcial:

$$Y_{ij} = \mu + \frac{1}{2} (d_1 + d_2) + g_i + g'_j + s_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : média do cruzamento envolvendo o i -ésimo genitor do grupo 1 e o j -ésimo genitor do grupo 2;

Y_{i0} : média do i -ésimo genitor do grupo 1 ($i=0,1,\dots,p$);

Y_{0j} : média do j -ésimo genitor do grupo 2 ($j=0,1,\dots,p$);

μ : média geral do dialelo;

d_1, d_2 : contrastes envolvendo médias dos grupos 1 e 2, a média geral;

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

g'_j : efeito da capacidade geral de combinação do j -ésimo genitor do grupo 2;

s_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação;

ε_{ij} : efeito do erro experimental médio.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Programa Computacional em Genética e Estatística (GENES) (CRUZ, 2016) e programa para análises estatísticas R (R CORE TEAM, 2018).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise das características morfoagronômicas

O sucesso de um programa de melhoramento genético é condicionado pela eficiência na seleção de genitores, que ao serem recombinados, devem resultar em híbridos e populações segregantes promissoras (DARONCH *et al.*, 2014).

Foi observado o efeito significativo ($p < 0,05$) de tratamentos para os caracteres altura da planta no florescimento (APF) e na maturidade (APM), altura de inserção do primeiro ramo reprodutivo no florescimento (APRF), número de capulhos na maturidade (NC) e número de dias desde a germinação até a maturidade (NDM) (Tabela 5).

A soma de quadrado dos tratamentos foi desdobrada em soma de quadrados de genitores e de híbridos. E a soma de quadrados de híbridos, por sua vez, foi desdobrada nos efeitos de capacidade geral de combinação dos grupos G_1 e G_2 e efeito de capacidade específica de combinação. Para CGC do G_1 os caracteres IAF, APM e NDM foram significativos, enquanto que para o G_2 , apenas APF, APRM e NM apresentaram significância ($p < 0,05$), o que indica que pelo menos um dos genitores dos grupos G_1 e G_2 foi superior aos demais no que se refere à concentração de genes predominantemente aditivos em seus efeitos.

Para CEC houve significância para os caracteres APF, APRF, APM, NC e NDM, indicando a presença de desvios de dominância no controle genético destes. Para o contraste $G_1 \times G_2$ nenhum dos caracteres apresentou efeito significativo.

O coeficiente de variação (CV) é uma medida de dispersão que estima a magnitude da precisão experimental. Segundo Pimentel Gomes (2000) valores acima de 30% são indesejáveis, pois indicam uma alta dispersão dos dados. Os coeficientes de variação obtidos encontram-se dentro da faixa estabelecida como ideal, com valores inferiores a 30% para todas os caracteres morfoagronômicos avaliados, com exceção do número de estruturas reprodutivas na maturidade, NM (42,14%) e NC (31,95%) e em concordância com os valores relatados por Miranda *et al.* (2020) de 2,78 a 26,78% e Aguiar *et al.* (2007) de 0,80 a 19,28%, para características morfológicas e índices de produtividade.

O CV superior a 30% para as características NM e NC pode ter sido ocasionado devido à alta incidência de bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*) na safra 2019/20, resultando em uma maior taxa de abortamento das estruturas reprodutivas em todos os tratamentos.

TABELA 5. Análise de variância e dialélica dos genitores dos grupos I e II (G₁ e G₂) e de suas combinações híbridas quanto às características morfoagronômicas avaliadas nos estádios de florescimento pleno e maturidade plena. Uberlândia-MG, 2019.

FV	GL	QM										
		APF	APRF	IAF	NDF	APM	APRM	NRVM	NRRM	NC	NM	NDM
Tratamentos	33	360,95 ^{**}	42,67 [*]	1352,33 ^{ns}	14,83 ^{ns}	1981,94 ^{**}	21,00 ^{ns}	0,90A ^{ns}	3,08 ^{ns}	60,18 ^{**}	3,43 ^{ns}	35,75 ^{**}
G ₁ x G ₂	1	112,54 ^{ns}	0,02 ^{ns}	2331,80 ^{ns}	6,20 ^{ns}	12,53 ^{ns}	5,18 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,04 ^{ns}	6,40 ^{ns}	0,91 ^{ns}	28,31 ^{ns}
CGC G ₁	3	240,04 ^{ns}	57,61 ^{ns}	4675,45 [*]	23,25 ^{ns}	2014,16 [*]	16,60 ^{ns}	0,70 ^{ns}	1,21 ^{ns}	27,94 ^{ns}	2,70 ^{ns}	102,94 ^{**}
CGC G ₂	5	391,21 ^{**}	35,52 ^{ns}	780,53 ^{ns}	22,72 ^{ns}	645,71 ^{ns}	34,64 [*]	0,91 ^{ns}	1,44 ^{ns}	12,12 ^{ns}	6,63 [*]	27,03 ^{ns}
CEC	24	3880,11 ^{**}	44,07 [*]	1015,25 ^{ns}	12,49 ^{ns}	1228,35 ^{**}	19,37 ^{ns}	0,96 ^{ns}	3,74 ^{ns}	76,47 ^{**}	2,96 ^{ns}	29,48 ^{**}
Resíduo	66	117,34	23,75	1180,37	10,13	564,62	13,91	0,66	2,57	30,69	2,47	12,02
CV(%)		12,46	18,57	23,99	5,80	21,43	13,65	22,23	15,96	31,95	42,14	2,29
Média		86,94	26,25	143,24	54,91	110,86	27,32	3,66	10,04	17,33	3,73	151,17

^{**}, ^{*}: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns}: não significativo pelo teste F; FV: fator de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação geral; APF: altura da planta no florescimento (cm); APRF: altura de inserção do primeiro ramo reprodutivo no florescimento (cm); IAF: índice de área foliar (cm²); NDF: número de dias desde a germinação até o florescimento pleno; APM: altura da planta na maturidade (cm); APRM: altura de inserção do primeiro nó reprodutivo na maturidade (cm); NRVM: número de ramos vegetativos na maturidade; NRRM: número de ramos reprodutivos na maturidade; NM: número de maçãs na maturidade; NC: número de capulhos; NDM: número de dias desde a germinação até o estágio de maturidade plena; G₁ x G₂: interação entre o grupo I e o II; CGC G₁: capacidade geral de combinação do grupo I; CGC₂: capacidade geral de combinação do grupo II; CEC: capacidade específica de combinação.

Pela análise de agrupamento de médias de Scott-Knott foi possível observar a formação de grupos apenas para APF, APRM e NDM (Tabela 6). Para as demais características avaliadas no estágio de florescimento e maturidade plena não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos.

A altura da planta no florescimento e na maturidade e a altura de inserção do primeiro ramo reprodutivo são características importantes para o melhoramento do algodoeiro, pois definem a viabilidade de cultivo dos genótipos em larga escala, com práticas de manejo e colheita mecanizada, além de influenciarem na classificação quanto à presença de contaminantes na pluma, ou seja, materiais estranhos como: partículas de folhas, caule, poeira, entre outros (SESTREN; LIMA, 2015).

Isto ocorre devido ao fato de plantas com porte mais alto serem mais propícias ao tombamento, podendo resultar em um maior contato da pluma com o solo e consequentemente um maior grau de folha e de impurezas na fibra, o que levaria a uma depreciação em seu valor de comercialização (SESTREN; LIMA, 2015). Baixas médias de APRM também podem resultar em uma maior proximidade das estruturas reprodutivas do terço inferior das plantas com o solo, acarretando no apodrecimento das maçãs e no acúmulo de impurezas nas fibras.

Segundo Lamas, Ferreira e Bogiani (2013) para minimizar as perdas e contaminação da pluma, as plantas de algodoeiro em sistema convencional de cultivo devem alcançar alturas de no máximo 1,30 m na época de colheita e altura de inserção do primeiro ramo reprodutivo superior a 24 cm.

Para altura da planta na maturidade foi possível observar que todos os tratamentos apresentaram médias dentro do padrão recomendado para a colheita mecanizada da cultura, com valores oscilando de 83,74 a 127,00 cm, para as combinações híbridas PROMALG Red x BRS433 e BRS Rubi x BRS433, respectivamente. Quanto à altura de inserção do primeiro ramo reprodutivo, observou-se valores inferiores a 24 cm em apenas três combinações híbridas, são elas: BRS Rubi x BRS433 (23,29 cm), PROMALG Okra x BRS433 (23,29 cm) e PROMALG Okra x FM980 (23,13 cm).

A característica altura de planta é de caráter quantitativo, ou seja, governada por um grande número de genes e com elevado efeito ambiental. Sendo assim, o fato de todos os tratamentos terem apresentado altura das plantas abaixo de 1,30 m pode ser um indicativo de que o manejo da cultura com reguladores de crescimento foi realizado de forma adequada, possibilitando o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e reprodutivo

das plantas, o que é fundamental para assegurar que o potencial produtivo das plantas seja expresso.

A combinação híbrida formada pelos genitores BRS Rubi e BRS 433 apresentou as menores médias para as características APF, APRF, IAF, APRM e NRRM, além do ciclo mais longo, com aproximadamente 158 dias desde a germinação até o estágio de maturidade plena. O menor porte das plantas (83,74 cm), associado a um ciclo mais tardio (157, 82 dias) pode ser resultado de uma maior suscetibilidade deste genótipo à insetos pragas como o tripes (*Frankliniella* spp.) que apresentaram incidência no início do ciclo, ocasionando um retardamento no desenvolvimento das plantas e consequentemente na produtividade.

Entre o genótipo mais precoce (BRS Topázio e FM980) e o mais tardio (BRS Rubi x BRS 433) foi observada uma diferença de 15 dias entre os ciclos de desenvolvimento.

Os genótipos com ciclo mais precoce foram observados no grupo formado pelas combinações híbridas: PROMALG Okra x FMT705, PROMALG Okra x BRS433, BRS Topázio x BRS 433, BRS Topázio x TMG47, PROMALG Red x DP1552, PROMALG Okra x DP1552, PROMALG Okra x FM980 e BRS Topázio e FM980, além da cultivar de fibra colorida BRS Topázio. Os genitores PROMALG Okra e BRS Topázio foram empregados em três combinações híbridas cada, dentre as oito citadas anteriormente, o que indica que podem ser recomendados como parentais em programas de melhoramento com foco no desenvolvimento de linhagens com ciclo mais precoce.

Um maior número de maçãs por planta (NM) pode resultar em um maior número de capulhos (NC) e consequentemente em uma produtividade superior. No entanto, a retenção dos capulhos e estruturas reprodutivas dependem diretamente de um manejo correto das plantas e pode ser prejudicada devido a ocorrência de estresses bióticos e abióticos ou do uso incorreto de reguladores de crescimento ao longo do ciclo (LAMAS; FERREIRA; BOGIANI, 2013).

Para índice de área foliar, as maiores médias foram observadas para os genitores desenvolvidos no Programa de Melhoramento Genético da UFU, PROMALG Okra (172,36 cm²) e PROMALG Red (178,78 cm²) e para as combinações híbridas PROMALG Red x FMT705 (174,21cm²) e PROMALG Okra x DP1552 (172,22 cm²). Incrementos em índice de área foliar resultam em uma maior área fotossintética das plantas, que quando expostas às condições de cultivo ideais para cultura e manejadas corretamente podem aumentar a produtividade de algodão em caroço e a produtividade de pluma.

TABELA 6a. Média das características morfoagronômicas avaliadas no florescimento pleno e maturidade plena de 34 genótipos. Uberlândia, Minas Gerais, safra 2019/20.

Genitores	APF	APRF	IAF	NDF	APM	APRM	NRVM	NRRM	NC	NM	NDM
PROMALG Red	89,30 a	29,90 a	178,58 a	60,00 a	115,03 a	28,33 a	3,67 a	10,27 a	12,13 a	3,13 a	156,00 a
PROMALG Okra	82,73 b	31,20 a	172,36 a	55,00 a	96,87 a	27,80 a	3,60 a	9,60 a	13,20 a	2,93 a	150,00 a
BRS Topázio	81,24 b	24,12 a	131,95 a	53,00 a	100,20 a	25,97 b	3,30 a	9,73 a	17,07 a	3,93 a	145,33 b
BRS Rubi	90,43 a	22,03 a	114,98 a	56,00 a	98,87 a	28,73 a	3,60 a	8,80 a	15,53 a	2,60 a	151,33 a
FMT 705	77,40 b	21,73 a	126,31 a	54,00 a	108,70 a	26,40 b	3,00 a	9,87 a	13,80 a	2,60 a	153,00 a
BRS433	91,30 a	26,33 a	121,90 a	58,33 a	116,20 a	29,53 a	3,80 a	11,07 a	13,47 a	3,07 a	152,00 a
TMG 82	79,57 b	29,60 a	131,07 a	55,67 a	94,57 a	26,20 b	3,60 a	9,00 a	16,33 a	3,33 a	151,67 a
TMG 47	79,23 b	28,30 a	128,14 a	56,67 a	97,27 a	24,80 b	4,87 a	9,60 a	18,20 a	2,93 a	154,00 a
DP1552	88,43 a	29,97 a	154,14 a	58,00 a	101,60 a	29,40 a	3,50 a	10,27 a	17,67 a	2,53 a	153,00 a
FM 980	83,00 b	23,57 a	135,13 a	55,67 a	108,23 a	25,00 b	3,30 a	10,53 a	17,73 a	3,87 a	151,00 a
Híbridos											
P.Red x FMT705	98,24 a	32,47 a	174,21 a	55,00 a	109,80 a	29,60 a	4,33 a	10,20 a	20,87 a	5,87 a	150,67 a
P.Okra x FMT705	103,73 a	25,90 a	143,72 a	52,67 a	115,33 a	27,73 a	2,60 a	9,93 a	14,07 a	2,93 a	147,67 b
BRS Topázio x FMT705	103,71 a	25,27 a	114,37 a	51,00 a	123,10 a	31,30 a	4,00 a	11,40 a	23,13 a	5,20 a	153,67 a
BRS Rubi x FMT705	96,13 a	28,90 a	159,70 a	54,33 a	116,27 a	28,67 a	4,20 a	9,40 a	15,33 a	4,47 a	152,67 a
P.Red x BRS433	101,42 a	25,69 a	154,14 a	54,92 a	127,00 a	32,24 a	3,71 a	9,49 a	17,67 a	4,13 a	152,82 a
P.Okra x BRS433	88,77 a	27,08 a	162,37 a	53,11 a	113,12 a	23,08 b	4,89 a	8,44 a	32,07 a	3,03 a	149,08 b
BRS Topázio x BRS433	76,71 b	28,27 a	135,41 a	56,47 a	97,08 a	25,28 b	2,80 a	11,36 a	13,96 a	3,04 a	148,10 b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; APF: altura da planta no florescimento (cm); APRF: altura do primeiro ramo reprodutivo no florescimento (cm); IAF: índice de área foliar (cm²); NDF: número de dias até o florescimento; APM: altura da planta na maturidade (cm); APRM: altura do primeiro nó reprodutivo na maturidade (cm); NRVM: número de ramos vegetativos na maturidade; NRRM: número de ramos reprodutivos na maturidade; NM: número de maçãs na maturidade; NC: número de capulhos; NDM: número de dias até o estágio de maturidade plena.

TABELA 6b. Média das características morfoagronômicas avaliadas no florescimento pleno e maturidade plena de 34 genótipos. Uberlândia, Minas Gerais, safra 2019/20.

Híbridos	APF	APRF	IAF	NDF	APM	APRM	NRVM	NRRM	NC	NM	NDM
BRS Rubi x BRS433	46,27 c	15,04 a	80,05 a	58,92 a	83,74 a	23,29 b	4,08 a	6,77 a	10,65 a	3,10 a	157,82 a
P. Red x TMG 82	79,42 b	15,78 a	117,20 a	53,00 a	96,57 a	27,73 a	4,40 a	9,34 a	20,97 a	6,53 a	154,58 a
P. Okra x TMG 82	84,13 b	27,00 a	150,83 a	53,61 a	102,30 a	27,40 a	2,80 a	10,13 a	17,80 a	4,00 a	151,33 a
BRS Topázio x TMG 82	91,91 a	27,27 a	157,89 a	54,97 a	107,48 a	29,18 a	4,30 a	10,06 a	18,46 a	5,14 a	155,10 a
BRS Rubi x TMG 82	83,00 b	24,53 a	147,14 a	55,00 a	101,72 a	25,43 b	4,12 a	11,07 a	25,33 a	6,20 a	153,00 a
P. Red x TMG 47	72,86 b	26,97 a	132,97 a	55,47 a	107,68 a	32,28 a	3,50 a	10,86 a	15,41 a	3,74 a	152,10 a
P. Okra x TMG 47	90,57 a	31,00 a	164,07 a	53,67 a	100,90 a	24,80 b	3,40 a	10,47 a	24,07 a	3,00 a	150,67 a
BRS Topázio x TMG 47	89,50 a	30,43 a	149,90 a	54,00 a	110,50 a	28,33 a	3,73 a	8,73 a	15,27 a	3,33 a	148,33 b
BRS Rubi x TMG 47	75,80 b	26,60 a	125,38 a	54,67 a	103,63 a	25,47 b	3,50 a	11,60 a	13,87 a	2,80 a	153,33 a
P. Red x DP1552	99,20 a	25,25 a	154,84 a	56,67 a	112,87 a	25,28 b	3,80 a	10,67 a	16,93 a	2,87 a	147,67 b
P. Okra x DP1552	88,39 a	26,53 a	172,22 a	52,33 a	109,47 a	29,63 a	3,40 a	9,27 a	14,80 a	3,67 a	145,30 b
BRS Topázio x DP1552	100,67 a	28,34 a	151,42 a	59,92 a	116,10 a	30,29 a	3,71 a	10,69 a	20,47 a	2,23 a	155,82 a
BRS Rubi x DP1552	95,73 a	26,67 a	126,31 a	53,33 a	113,20 a	31,77 a	3,93 a	10,33 a	18,80 a	3,80 a	152,00 a
P. Red x FM980	89,27 a	25,43 a	149,95 a	52,33 a	106,97 a	25,27 b	2,80 a	9,67 a	19,33 a	4,13 a	151,33 a
P. Okra x FM980	89,65 a	26,10 a	161,59 a	52,33 a	108,80 a	23,13 b	3,00 a	10,47 a	21,80 a	4,07 a	144,08 b
BRS Topázio x FM980	87,22 a	22,53 a	130,83 a	54,11 a	107,65 a	24,03 b	3,40 a	10,54 a	10,57 a	4,83 a	142,67 b
BRS Rubi x FM980	80,42 b	26,43 a	157,78 a	53,00 a	100,50 a	25,15 b	3,67 a	11,8 a	13,00 a	3,80 a	152,33 a
Médias	86,92	26,24	143,20	54,92	106,74	27,31	3,66	10,02	17,35	3,73	151,16

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; APF: altura da planta no florescimento (cm); APRF: altura do primeiro ramo reprodutivo no florescimento (cm); IAF: índice de área foliar (cm²); NDF: número de dias até o florescimento; APM: altura da planta na maturidade (cm); APRM: altura do primeiro nó reprodutivo na maturidade (cm); NRVM: número de ramos vegetativos na maturidade; NRRM: número de ramos reprodutivos na maturidade; NM: número de maçãs na maturidade; NC: número de capulhos; NDM: número de dias até o estágio de maturidade plena.

Os cruzamentos dialélicos possibilitam a obtenção de parâmetros importantes como a capacidade geral e específica de combinação. Por isso estes têm sido amplamente empregados no melhoramento de diversas culturas como a soja (DARONCH *et al.*, 2014), o feijão (ROCHA *et al.*, 2014), o milho (MAIOLI *et al.*, 2021; PATERNIANI *et al.*, 2008) e o algodão (RAGSDALE; SMITH, 2007; VASCONCELOS *et al.*, 2018), para auxiliar no processo de seleção dos progenitores e aumentar a probabilidade de se obter rearranjos alélicos favoráveis.

A CGC proporciona informações sobre a concentração de alelos predominantemente aditivos, enquanto os efeitos da CEC evidenciam a importância dos efeitos não-aditivos ou predominantemente em dominância ou epistasia (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2014).

Em relação à CGC, não houve um padrão de comportamento das estimativas dentre os genitores do mesmo grupo, ou seja, quanto às características avaliadas no florescimento pleno, as cultivares empregadas como parentais apresentaram estimativas de capacidade geral de combinação variadas para APF, APRF, IAF e NDF, independente da coloração da fibra (Figura 3).

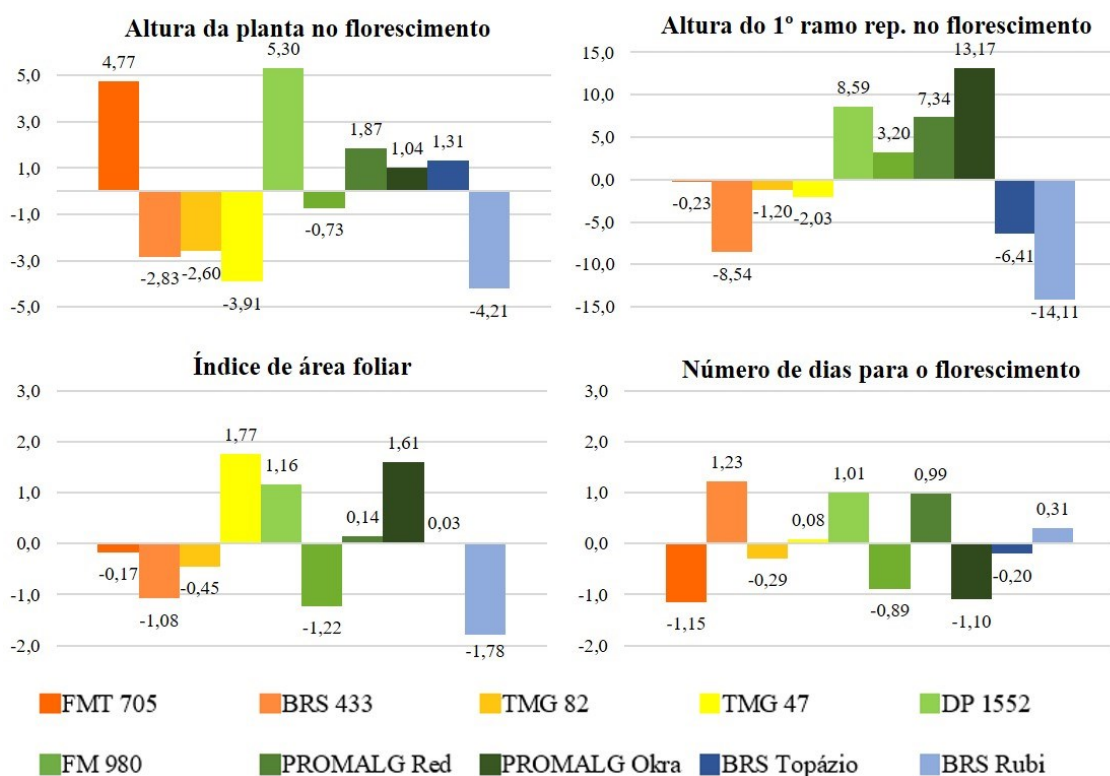


FIGURA 3. Estimativa dos efeitos da CGC referente aos caracteres agrônômicos avaliados no florescimento pleno em um dialelo parcial com genitores e F1's.

Estimativas positivas de CGC podem resultar no aumento da expressão de determinadas características nas combinações híbridas, assim como os valores negativos podem acarretar na redução da expressão. Sendo assim, para as características APF e NDF os genitores com menores estimativas de CGC são mais recomendados para a obtenção de linhagens de menor porte e com ciclo mais curto. O desenvolvimento de genótipos mais precoces é necessário para atender a necessidade de produtores que cultivam algodão safrinha, além de apresentar benefícios como a redução do tempo de exposição das plantas aos agentes de estresse bióticos e abióticos presentes no ambiente.

Para o IAF os genitores DP1552 e PROMALG Okra se destacaram dos demais, com estimativas de CGC positivas e de alta magnitude, além de boas médias (Tabela 6) e portanto, podem ser recomendados para programas de melhoramento que visam o sistema de plantio convencional. Em contrapartida, para sistemas de plantio adensados, que preconizam um menor espaçamento e maior estande de plantas por hectare, recomenda-se a seleção de genitores com CGC inferior, como BRS Rubi e BRS 433, com estimativas negativas de CGC e médias de 114,98 e 128,14 cm², respectivamente.

Monteiro *et al.* (2005) afirmam que avaliar o desenvolvimento da área foliar pode ser útil para diversos fins, como investigar a adaptação a novos ambientes, monitorar a competição com outras espécies, o efeito dos tratamentos culturais empregados, a capacidade produtiva dos genótipos, além do efeito do ataque de pragas e doenças. IAF positivos podem ser desejáveis, no entanto, dependendo da magnitude podem ocasionar um maior sombreamento dos terços médio e inferior da planta, propiciando uma maior incidência de doenças e maior taxa de abortamento de estruturas reprodutivas.

Altas taxas de abortamento também podem ser resultado de um maior contato das estruturas reprodutivas com o solo. Para reduzir este contato recomenda-se a seleção de genitores com médias de altura de inserção do primeiro ramo superiores e CGC positivo para a característica, como os genótipos PROMALG Okra e DP1552. Ou combinações híbridas com boas médias e elevado CEC, como PROMALG Red x BRS 433, PROMALG Red x TMG47, BRS Topázio x FMT705 e BRS Rubi x DP1552, com estimativas de 3,96; 4,31; 3,02 e 3,06, respectivamente (Tabela 7).

Quando avaliadas as características NRRM, NM e NC, a combinação BRS Rubi x TMG82 apresentou estimativas de CEC positivas e de alta magnitude e médias de 11,07; 6,20 e 25,33, respectivamente. Podendo ser recomendada para promover aumentos no número de ramos reprodutivos e estruturas reprodutivas e agregar na produtividade das populações segregantes oriundas.

TABELA 7. Estimativa dos efeitos de CEC dos caracteres referentes ao estágio de florescimento e maturidade plena.

Combinação híbrida	Caracteres										
	APF	APRF	IAF	NDF	APM	APRM	NRVM	NRRM	NM	NC	NDM
PROMALG Red x FMT 705	4,54	6,25	23,13	0,28	-3,59	0,43	0,70	0,67	1,60	4,27	-2,16
PROMALG Red x BRS 433	15,33	0,39	12,28	-2,19	17,14	3,96	-0,17	-0,33	0,40	0,78	-0,15
PROMALG Red x TMG 82	-6,90	-10,14	-32,70	-1,97	-23,77	-0,45	0,55	-0,53	1,66	2,59	0,92
PROMALG Red x TMG 47	-12,16	-1,18	-16,11	-0,47	2,33	4,31	-0,47	0,71	0,09	-1,69	-0,94
PROMALG Red x DP1552	4,97	-2,30	-4,78	-0,21	2,82	-4,46	0,09	0,43	-0,64	-0,33	-4,67
PROMALG Red x FM980	1,08	0,27	-4,35	-2,65	-1,27	-1,09	-0,50	-0,83	-0,24	2,84	1,09
PROMALG Okra x FMT 705	10,87	-1,72	-13,19	0,04	6,46	0,35	-0,76	0,09	-0,63	-4,12	-1,68
PROMALG Okra x BRS433	3,51	0,32	13,99	-1,90	8,08	-3,41	1,29	-1,10	-0,04	13,89	-0,41
PROMALG Okra x TMG 82	-1,35	-0,40	-4,90	-0,50	-13,22	1,01	-0,77	0,54	-0,17	-2,16	1,15
PROMALG Okra x TMG 47	6,38	1,38	9,17	-0,20	0,37	-1,38	-0,30	0,59	0,05	5,38	1,10
PROMALG Okra x DP1552	-5,01	-2,48	6,70	-2,45	4,24	1,52	-0,04	-0,68	0,86	-4,05	-3,53
PROMALG Okra x FM980	2,29	-0,53	1,46	-0,56	5,38	-1,44	-0,16	0,26	0,39	3,72	-4,44
BRS Topázio x FMT705	10,58	-0,84	-22,96	-2,53	-1,39	3,02	0,52	1,12	1,13	6,45	3,42
BRS Topázio x BRS433	-8,81	3,08	6,61	0,55	-23,86	-2,11	-0,92	1,39	-0,51	-2,72	-2,29
BRS Topázio x TMG 82	6,15	1,45	21,74	0,57	16,06	1,89	0,61	0,04	0,46	0,00	4,02
BRS Topázio x TMG 47	5,04	2,38	14,58	-1,09	-5,92	1,25	-0,08	-1,57	-0,12	-1,91	-2,14
BRS Topázio x DP1552	7,01	0,90	5,48	4,23	-5,02	1,28	0,15	0,31	-1,09	3,13	6,05
BRS Topázio x FM980	-0,41	-2,52	-9,72	0,32	-11,67	-1,44	0,12	-0,10	0,65	-6,01	-3,93
BRS Rubi x FMT705	8,52	4,60	30,07	0,29	10,35	0,69	0,50	-0,51	0,62	-0,55	-0,39
BRS Rubi x BRS433	-33,74	-8,34	-41,06	2,49	-14,00	-3,79	0,14	-2,84	-0,21	-5,23	4,62
BRS Rubi x TMG 82	2,76	0,52	18,69	0,09	-11,15	-1,52	0,22	1,41	1,74	7,67	-0,89
BRS Rubi x TMG 47	-3,14	0,36	-2,24	-0,60	5,76	-1,30	-0,57	1,66	-0,43	-2,52	0,06
BRS Rubi x DP1552	7,59	1,04	-11,52	-2,87	10,63	3,06	0,16	0,32	0,71	2,25	-0,57
BRS Rubi x FM980	-1,69	3,19	24,93	-1,31	-0,26	-0,01	0,17	1,53	-0,16	-2,78	1,52

APF e APM: altura da planta no florescimento e maturidade (cm); APRF e APRM: altura do primeiro ramo reprodutivo no florescimento e maturidade (cm); IAF: índice de área foliar (cm²); NDF e NDM: número de dias até o florescimento e maturidade; NRVM e NRRM: número de ramos vegetativos e reprodutivos na maturidade; NC e NM: número de capulhos e maçãs na maturidade.

Para proporcionar incrementos na altura de inserção do primeiro ramo reprodutivo, são recomendadas as combinações híbridas PROMALG Red x BRS433 (3,96), PROMALG Red x TMG 47 (4,31), BRS Topázio x FMT705 (3,02) e BRS Rubi x DP1552 (3,06) com estimativa de capacidade específica de combinação positivas e de alta magnitude. E as combinações PROMALG Red x TMG 82, PROMALG Okra x TMG 82, BRS Topázio x BRS 433, BRS Topázio x FM980, BRS Rubi x BRS 433 e BRS Rubi x TMG 82 são recomendadas para originar populações segregantes com redução no porte das plantas, devido as estimativas de CEC de -23,77, -13,22, -23,86, -11,67, -14,00 e -11,15 e as médias dentro dos padrões recomendados para realização da colheita mecanizada da cultura (Tabela 6), ou seja, alturas de até 1,30 m na ocasião da maturidade.

Segundo Freire (2014) para atender as exigências dos cotonicultores, as cultivares de algodoeiro devem ser adaptadas às regiões de cultivo e a colheita mecanizada, apresentar alto potencial produtivo, resistência às principais doenças e insetos-praga da cultura, tolerância a herbicidas e à seca, além de ciclo médio ou precoce. Sendo assim, um dos objetivos dos programas de melhoramento genético para as diversas culturas é selecionar genótipos que apresentem precocidade de ciclo.

As combinações híbridas PROMALG Red x DP1552 (147,67 dias), PROMALG Okra x FMT705 (147,67 dias), PROMALG Okra x BRS433 (149,08 dias), PROMALG Okra x DP1552 (145,30 dias), PROMALG Okra x FM980 (144,08 dias), BRS Topázio x FM980 (142,67 dias) e BRS Topázio x TMG 47 (148,33 dias) apresentaram as menores médias para número de dias desde a germinação até a maturidade plena (Tabela 6), além de estimativas CEC negativas e de alta magnitude para NDM (Tabela 7), o que indica que estas podem ser recomendadas para o desenvolvimento de populações segregantes com maior precocidade de ciclo.

Assim como os genitores BRS Topázio, FM980 e DP1552 de fibra branca e PROMALG Okra de fibra colorida, pois estes apresentaram estimativas de capacidade geral negativas para número de dias até a maturidade, de -1,12, -1,99, -0,23 e -2,02 respectivamente (Figura 4) e para número de dias até o florescimento, com exceção da cultivar FM980 com estimativa de 1,16 para NDF (Figura 3). Em contrapartida, o emprego dos genótipos TMG82 (1,09), PROMALG Red (1,45) e BRS Rubi (1,69) como genitores poderia resultar em populações segregantes com ciclo de desenvolvimento mais tardio.

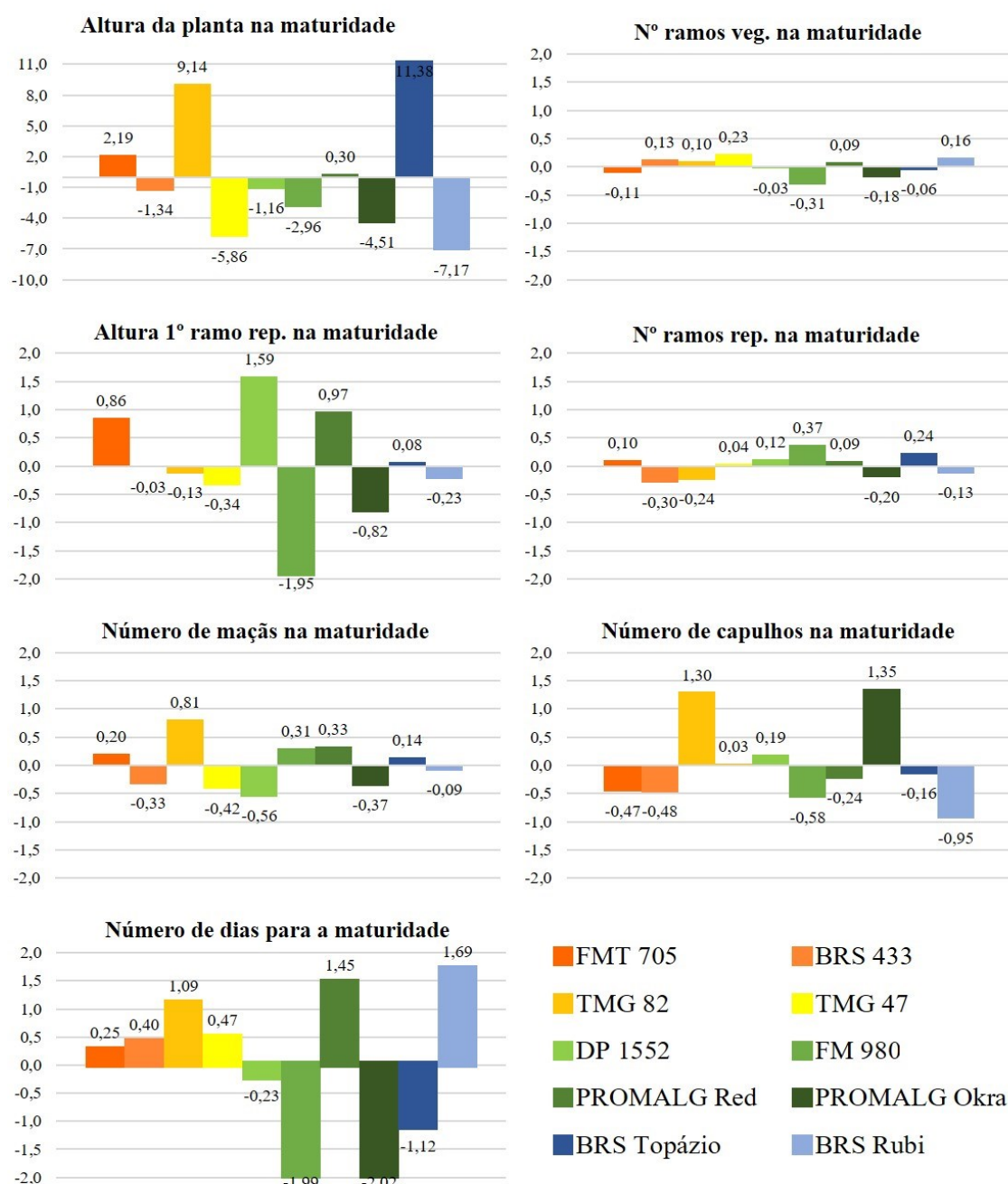


FIGURA 4. Estimativas de capacidade geral de combinação para os caracteres morfoagronômicos avaliados no estágio de maturidade plena em dialelo parcial com genitores e F_1 's.

Para número de capulhos na maturidade apenas quatro genitores obtiveram estimativas de CGC positivas, com ênfase para TMG82 e PROMALG Okra, com valores de 1,30 e 1,35, respectivamente. O número de capulhos retidos na planta pode ser utilizado como um dos parâmetros para estimar o potencial produtivo do algodoeiro, e segundo Lamas, Ferreira e Bogiani (2013) este é determinado em função do número de

nós existentes na haste principal, do número de ramos reprodutivos e da quantidade de pontos de frutificação de cada ramo reprodutivo.

No entanto, mesmo para cultivares com alto número de estruturas reprodutivas, é necessário que se tenha atenção ao longo de todo ciclo da cultura para realização do manejo de forma adequada. Tendo em vista que a ocorrência de estresses bióticos ou abióticos e a aplicação de reguladores de crescimento em dose ou momento inadequado podem resultar em alta taxa de abscisão de botões florais, flores e capulhos, comprometendo a produtividade final de fibra (COTHREN; OOSTERHUIS, 2010).

De modo geral, plantas de algodoeiro que não estão sob o efeito de estresse de qualquer natureza apresentam taxa de crescimento diário entre 1,2 e 1,5 cm por dia. A aplicação de reguladores de crescimento deve ser iniciada quando a taxa de crescimento alcançar a média de 1,5 cm dia⁻¹ e a mensuração pode ser obtida por meio da razão entre a altura da planta e número de internódios (LAMAS; FERREIRA; BOGIANI, 2013). Taxas acima de 1,5 cm dia⁻¹ indicam que os fotoassimilados produzidos pela planta estão sendo direcionados para o crescimento vegetativo da mesma, reduzindo o fluxo de energia que deveria ser destinado ao desenvolvimento dos frutos, o que pode ocasionar em taxas de abortamento de estruturas reprodutivas, como maçãs e capulhos, mais elevadas.

Para a característica número de capulhos, foram observadas estimativas de CEC de magnitude superior em relação às de número de maçãs por planta (Tabela 7). Oito combinações híbridas demonstraram valores positivos para ambas características e destas, 50% tiveram os genótipos PROMALG Okra e TMG82 como genitores, os quais demonstraram estimativas positivas de CGC para NC (1,30 e 1,35, respectivamente).

4.2. Análise do desempenho produtivo e características tecnológicas da fibra

Verificou-se o efeito significativo ($p < 0,01$) de tratamentos para todos os caracteres relacionados ao desempenho produtivo e características tecnológicas da fibra, o que indica a presença de variabilidade na frequência de alelos favoráveis no controle genético destes (Tabela 8).

Para o contraste entre os grupos de genitores $G_1 \times G_2$ os caracteres também demonstraram efeito significativo ($p < 0,05$), com exceção da característica PC. A significância indica a divergência de alelos favoráveis entre os genitores dos diferentes grupos.

Os efeitos de capacidade específica de combinação foram significativos ($p < 0,01$) para todos os caracteres. Assim como para capacidade geral de combinação, exceto para PC, PRODC e PRODP no grupo G_1 de genitores e PC e PRODC para o grupo G_2 .

A capacidade geral de combinação se deve principalmente aos efeitos da variância aditiva, enquanto a capacidade específica de combinação se deve aos efeitos genéticos não aditivos, ou seja, à presença de variância da dominância ou epistasia (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Para RF e as características relacionadas à qualidade da fibra, os valores de soma de quadrados de CGC (G_1 e G_2) apresentaram magnitude superior aos de CEC, o que indica a predominância de efeitos gênicos aditivos no controle da expressão destes caracteres. Corroborando com as inferências obtidas por Temiz *et al.* (2016) ao avaliarem um dialelo parcial em esquema 7×7 , observaram uma razão de CGC/CEC superior a 1 para os caracteres relacionados a qualidade de fibra, como alongamento, micronaire, comprimento e uniformidade do comprimento de fibra. A predominância de efeitos genéticos aditivos também foi verificada por Vasconcelos *et al.* (2018), ao avaliarem um dialelo parcial em algodoeiro composto por 20 combinações híbridas resultantes da recombinação entre dois grupos de genitores de algodoeiro, com tolerância ao déficit hídrico e alto potencial produtivo de fibras.

Em contrapartida, para as características relacionadas ao desempenho produtivo, ou seja, peso médio de capulho, produtividade de algodão em caroço e produtividade de algodão em pluma, a soma de quadrados de CEC demonstrou magnitude superior às de CGC (G_1 e G_2), indicando a predominância de efeitos gênicos não aditivos no controle destas características.

O parâmetro coeficiente de variação geral (CV) apresentou valores oscilando de 1,21 (MAT) a 16,55% (SFI) para as características tecnológicas da fibra e de 5,58 (RF) a 26,71% (PRODP) para os componentes de produção, todos contemplados na faixa ideal de CV (até 30%) recomendada por Pimentel Gomes (2000) para obter precisão experimental. Os valores corroboram com os relatados por Carvalho, Farias e Rodrigues (2015), Queiroz *et al.* (2017) e Albuquerque *et al.* (2020) em estudos de análise dialélica para características similares na cultura do algodoeiro.

TABELA 8. Análise de variância e dialélica dos genitores dos grupos I e II (G₁ e G₂) e de suas combinações híbridas quanto às características tecnológicas da fibra e ao desempenho produtivo. Uberlândia-MG, 2019.

FV	GL	QM										
		PC	PRODC	PRODP	RF	MIC	MAT	UHML	UI	SFI	STR	ELG
Tratamentos	33	808,78**	674586,87**	317451,11**	49,31**	0,57**	0,00**	12,02**	12,15**	28,59**	30,85**	0,78**
G ₁ x G ₂	1	507,11 ^{ns}	337838,63 ^{ns}	2045734,84**	501,31**	5,80**	0,01**	178,80**	242,50**	551,06**	504,41**	3,50**
CGC I	3	21,74 ^{ns}	386784,24 ^{ns}	66432,81 ^{ns}	73,72**	0,65**	0,00**	13,97**	6,88**	25,84**	30,89**	0,59*
CGC II	5	579,94 ^{ns}	611266,53 ^{ns}	321630,80*	29,51**	0,39*	0,00*	13,38**	7,56**	15,83**	26,53**	1,69**
CEC IxII	24	967,40**	737785,11**	275945,80**	31,55**	0,38**	0,00**	4,54**	4,17**	9,82**	12,01**	0,51**
Resíduo	66	412,77	299452,66	100081,79	4,55	0,13	0,00	1,41	1,29	3,42	3,57	0,19
CV(%)		11,11	26,20	26,71	5,85	9,47	1,21	4,35	1,40	16,55	7,11	5,38
Média		182,90	3229,25	1184,43	36,48	3,81	0,84	27,24	81,25	11,17	26,59	8,02

** , * : significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns}: não significativo pelo teste F; FV: fator de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; PC: peso médio de capulho (g); PRODC: produtividade de algodão em caroço (kg ha⁻¹); PRODP: produtividade de algodão em pluma (kg ha⁻¹); RF: rendimento de fibra (%); MIC: índice de micronaire; MAT: maturidade de fibra; UHML: comprimento da fibra (mm); UI: uniformidade do comprimento da fibra (%); SFI: índice de fibras curtas (%); STR: resistência de fibra (gf tex⁻¹); ELG: alongamento da fibra (mm); G₁ x G₂: interação entre o grupo I e o II; CGC G₁: capacidade geral de combinação do grupo I; CGC₂ : capacidade geral de combinação do grupo II; CEC: capacidade específica de combinação.

Pimentel *et al.* (2013) propõe que o papel de um melhorista é atuar em populações com médias altas e associadas à variabilidade genética elevada para o desenvolvimento de novos materiais genéticos.

As médias para os índices de produção e características tecnológica das fibras foram agrupadas pelo método de Scott-Knott (Tabela 9), sendo possível observar a formação de grupos para todas as características, o que confirma a variabilidade genética entre os genótipos para esses parâmetros. Um dos principais objetivos do melhoramento genético vegetal é promover incrementos na produtividade das espécies cultivadas. Para a característica produtividade de algodão em caroço foi observada uma grande amplitude de variação nas médias, oscilando de 1226,92 a 3391,70 kg ha⁻¹ para as combinações híbridas BRS Rubi x FM980 e PROMALG Red x BRS433, respectivamente.

O genitor TMG82 e as combinações BRS Rubi x DP1552 e PROMALG Red x BRS433 se sobressaíram dos demais genótipos, por apresentarem altas médias para todos os componentes de produção avaliados. Mas ligeiramente inferiores às obtidas por Albuquerque *et al.* (2020) ao estimarem os parâmetros genéticos para seleção de genótipos de algodoeiro de fibra colorida para as condições da região semiárida brasileira. Já Zonta *et al.* (2015) observaram valores inferiores aos verificados no presente estudo e relataram influência do déficit hídrico na produtividade de cultivares de algodão submetidas a lâminas de irrigação variadas.

No entanto, um dos maiores desafios para o melhoramento do algodoeiro é aumentar não apenas a produtividade, como também o rendimento de fibra (ABRAPA, 2012). Considerando que apesar de existirem inúmeras possibilidades de uso dos subprodutos do algodoeiro, em termos econômicos a pluma permanece sendo o produto de maior valor comercial oriundo da cotonicultura e é destinada quase exclusivamente à indústria têxtil para a fabricação de fios (VIDAL NETO; FREIRE, 2013).

Para rendimento de fibra a média geral foi equivalente a 36,5% e houve a formação de quatro grupos distintos. No grupo com maiores médias destacaram-se os genitores FMT 705 (43,44%) e FM 980 (42,71%) e as combinações híbridas BRS Rubi x FMT 705 (41,01%), PROMALG RED x TMG82 S (42,15%), BRS Rubi x TMG 47 (41,14%) e BRS Rubi x DP1552 (41,32%). No entanto, destas, apenas a combinação entre os parentais BRS Rubi x DP1552, com 1959,12 kg ha⁻¹, permaneceu no grupo formado pelos genótipos com maior potencial produtivo de pluma, juntamente com PROMALG RED x BRS433 (1657,43 kg ha⁻¹) e o genitor de fibra branca TMG 82 (2030,94 kg ha⁻¹).

TABELA 9a. Agrupamento de médias das características tecnológicas da fibra e índices de produtividade avaliados em esquema de dialelo parcial composto por 10 genitores e 34 combinações híbridas de algodoeiro, em Uberlândia-MG na safra 2019/20.

Genitores	PC	PRODC	PRODP	RF	MIC	MAT	UHML	UI	SFI	STR	ELG
PROMALG Red	5,32 b	2174,76 b	906,60 c	29,39 d	2,87 a	0,81 c	23,34 e	78,43 d	16,14 d	21,30 d	8,04 b
PROMALG Okra	5,69 b	2177,88 b	940,70 c	29,50 d	3,35 a	0,82 c	26,01 d	78,94 d	13,74 c	24,25 d	8,02 b
BRS Topázio	5,80 b	2614,99 b	799,26 c	33,38 c	3,57 b	0,82 c	23,46 e	77,34 d	18,43 d	22,09 d	8,78 a
BRS Rubi	5,76 b	2733,72 b	756,36 c	30,26 d	3,38 a	0,83 b	25,78 d	79,71 c	12,95 c	26,08 c	7,99 b
FMT 705	5,33 b	2979,43 b	1522,40 b	43,44 a	4,42 c	0,85 a	27,75 c	83,69 a	7,25 a	29,39 b	7,46 c
BRS433	6,80 a	2931,04 b	1018,83 c	34,19 c	3,99 c	0,85 a	32,23 a	85,51 a	5,00 a	34,42 a	7,54 c
TMG 82	6,29 a	3155,67 a	2030,94 a	38,98 b	4,11 c	0,85 a	29,09 c	83,81 a	7,43 a	30,19 a	7,34 c
TMG 47	5,86 b	2845,21 b	1210,77 b	39,50 b	4,45 c	0,86 a	30,13 b	83,17 b	8,19 a	31,04 a	6,96 c
DP1552	5,53 b	2215,40 b	1289,01 b	37,30 b	4,40 c	0,85 a	28,74 c	85,21 a	5,83 a	30,69 a	8,42 a
FM 980	6,31 a	2714,44 b	1295,78 b	42,71 a	3,79 b	0,84 a	29,70 b	83,80 a	7,30 a	31,93 a	7,75 c
Híbridos											
P. Red x FMT705	6,97 a	1575,66 b	808,55 c	33,80 c	3,33 a	0,82 c	26,19 d	79,34 d	14,60 d	23,28 d	8,10 b
P. Okra x FMT705	6,54 a	1886,57 b	989,42 c	34,38 c	3,78 b	0,84 a	27,37 d	80,44 c	12,31 c	25,29 c	8,13 b
BRS Topázio x FMT705	6,67 a	2102,62 b	1387,48 b	39,75 b	3,82 b	0,83 b	24,67 e	80,37 c	13,22 c	23,86 d	8,79 a
BRS Rubi x FMT705	6,80 a	2239,88 b	1556,12 b	41,01 a	3,71 b	0,84 a	29,64 b	81,29 c	9,62 b	29,98 a	7,98 b
P. RED x BRS433	6,29 a	3391,70 a	1657,43 a	33,86 c	3,17 a	0,82 c	27,08 d	82,19 b	10,20 b	25,90 c	8,59 a
P. Okra x BRS433	6,56 a	1997,94 b	1016,11 c	33,94 c	3,63 b	0,84 a	28,82 c	81,57 c	9,96 b	27,83 b	7,29 c
BRS Topázio x BRS433	6,12 a	1669,46 b	978,97 c	37,19 b	4,12 c	0,84 a	28,07 c	79,82 c	12,03 c	28,47 b	7,85 c

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; PC: peso médio de capulho (g); PRODC: produtividade de algodão em caroço (kg ha⁻¹); PRODP: produtividade de algodão em pluma (kg ha⁻¹); RF: rendimento de fibra (%); MIC: micronaire; MAT: maturidade de fibra; UHML: comprimento da fibra (mm); UI: uniformidade do comprimento (%); SFI: índice de fibras curtas (%); STR: resistência de fibras (gf tex⁻¹); ELG: alongamento da fibra (mm).

TABELA 9b. Agrupamento de médias das características tecnológicas da fibra e índices de produtividade avaliados em esquema de dialelo parcial composto por 10 genitores e 34 combinações híbridas de algodoeiro, em Uberlândia-MG na safra 2019/20.

Híbridos	PC	PRODC	PRODP	RF	MIC	MAT	UHML	UI	SFI	STR	ELG
BRS Rubi x BRS433	4,73 b	1608,85 b	964,91 c	37,30 b	3,74 b	0,84 a	28,86 c	82,94 b	8,17 a	31,18 a	7,25 c
P. Red x TMG 82	5,75 b	2816,47 b	905,04 c	42,15 a	4,33 c	0,85 a	30,66 b	84,84 a	6,14 a	30,56 a	8,04 b
P. Okra x TMG 82	6,30 a	3006,56 a	1554,48 b	34,14 c	3,91 c	0,84 a	27,67 c	81,80 b	10,44 b	26,61 c	7,73 c
BRS Topázio x TMG 82	5,59 b	1989,50 b	1277,77 b	39,26 b	2,99 a	0,81 c	26,78 d	78,51 d	13,95 c	24,71 c	8,34 b
BRS Rubi x TMG 82	7,22 a	2027,52 b	1238,40 b	37,69 b	3,73 b	0,83 b	27,52 c	81,78 b	10,87 c	26,06 c	8,49 a
P. Red x TMG 47	6,61 a	1588,96 b	638,21 c	28,07 d	3,52 b	0,83 b	25,57 d	80,33 c	13,14 c	23,24 d	7,95 b
P. Okra x TMG 47	5,56 b	2144,43 b	1165,45 c	36,08 b	3,77 b	0,84 a	26,95 d	80,68 c	12,18 c	25,39 c	7,67 c
BRS Topázio x TMG 47	5,47 b	1960,05 b	1363,98 b	39,80 b	3,95 c	0,84 a	27,16 d	79,67 c	12,11 c	27,12 c	7,96 b
BRS Rubi x TMG 47	5,99 b	1856,47 b	1285,40 b	41,14 a	4,56 c	0,86 a	28,65 c	80,79 c	10,16 b	27,76 b	7,11 c
P. Red x DP1552	5,77 b	2122,74 b	1292,43 b	38,20 b	3,97 c	0,83 b	25,83 d	81,25 c	12,19 c	23,29 d	8,73 a
P. Okra x DP1552	5,86 b	1969,01 b	1251,30 b	38,72 b	4,40 c	0,85 a	28,15 c	82,02 b	9,41 b	26,73 c	8,41 a
BRS Topázio x DP1552	6,46 a	1887,51 b	968,76 c	33,55 c	3,63 b	0,83 b	25,77 d	81,98 b	11,05 c	25,08 c	7,70 c
BRS Rubi x DP1552	5,97 b	2765,11 a	1959,12 a	41,32 a	4,09 c	0,84 a	26,37 d	80,92 c	12,47 c	24,07 d	8,91 a
P. Red x FM980	6,22 a	2367,32 b	1054,72 c	31,12 d	3,12 a	0,82 c	25,24 e	78,52 d	16,00 d	23,09 d	8,32 b
P. Okra x FM980	6,22 a	2059,58 b	1133,29 c	35,54 c	3,63 b	0,83 b	26,59 d	80,77 c	12,62 c	24,82 c	8,13 b
BRS Topázio x FM980	6,90 a	2240,22 b	1291,64 b	36,34 b	4,31 c	0,85 a	24,97 e	81,16 c	11,40 c	24,24 d	8,35 b
BRS Rubi x FM980	6,26 a	1226,92 b	761,45 c	38,20 b	3,88 c	0,83 b	25,14 e	80,05 c	13,14 c	24,23 d	8,71 a
Médias	183,08	2042,46	1184,44	36,51	3,81	0,84	27,23	81,25	11,17	26,59	8,02

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; PC: peso médio de capulho (g); PRODC: produtividade de algodão em caroço (kg ha⁻¹); PRODP: produtividade de algodão em pluma (kg ha⁻¹); RF: rendimento de fibra (%); MIC: micronaire; MAT: maturidade de fibra; UHML: comprimento da fibra (mm); UI: uniformidade do comprimento (%); SFI: índice de fibras curtas (%); STR: resistência de fibras (gf tex⁻¹); ELG: alongamento da fibra (mm).

Carvalho *et al.* (2015a), relataram uma média geral de 36,02% para rendimento de fibra em cultivares elite de algodão herbáceo. Enquanto Albuquerque *et al.* (2020) observaram a formação de cinco grupos para RF, com a maior média equivalente a 41,96%, obtida pelo genótipo BRS Topázio, cultivado em Patos-PB e Apodi-RN. O mesmo genótipo no presente estudo apresentou rendimento de fibra 8,58% inferior.

A qualidade do algodão é determinada pelas características intrínsecas da fibra, como micronaire, maturidade, resistência, alongamento, comprimento e uniformidade de comprimento da fibra, as quais também são utilizadas para definir o valor de comercialização da pluma do algodão mundialmente (VIDAL NETO; FREIRE, 2013). Também denominadas como características tecnológicas, estas podem ser quantificadas por meio de análises em HVI (*High Volume Instruments*), e são determinadas geneticamente, sendo um dos principais interesses de seleção no processo de melhoramento genético da cultura.

Assim, o aumento da qualidade é essencial para garantir a competitividade da fibra do algodão na indústria têxtil. Segundo Resende *et al.* (2014) dentre as características mais visadas encontram-se: o comprimento da fibra, resistência, maturidade e micronaire. A cultivar BRS433 apresentou a maior média para UHML, com fibra extra-longa de 32,30 mm de comprimento, valor superior à classificação de fibra longa (de 27,94 a 32,00 mm) proposta pela Embrapa (2002). Seguida pelos genótipos TMG 47, PROMALG RED x TMG 82, FM 980 e BRS Rubi x FMT705. Morello *et al.* (2020) e Miranda *et al.* (2020) ao avaliarem a qualidade de fibra de cultivares de algodão também observaram médias superiores a 32 mm para BRS433.

É importante ressaltar que a combinação híbrida BRS433 x BRS Topázio (28,07 mm) resultou em um acréscimo de 19,65% no comprimento de fibra, em relação à média obtida pelo segundo genitor (23,46 mm), conferindo a esta a classificação de fibra longa (EMBRAPA, 2002). O que reforça a importância da seleção de genitores com características superiores para promover ganhos nas populações segregantes. Além de apresentar comprimento de fibra extra-longo, MORELLO *et al.* (2020) afirmam que a cultivar BRS433 também é uma excelente opção de fibra para fiação de fios finos ou muito finos.

A vantagem de se desenvolver cultivares de algodoeiro de fibra colorida é que estas possuem um alto potencial de mercado para os grandes produtores, devido ao valor de comercialização superior da fibra colorida em relação à fibra branca (CARDOSO, 2010). Contudo, de acordo com Carvalho, Andrade e Silva Filho (2011) ainda existe uma

carência de cultivares coloridas disponíveis no mercado, que apresentem potencial produtivo para suprir as demandas do produtor, qualidade de fibras para atender os padrões estabelecidos pelas empresas de beneficiamento e da indústria de fiação e tecelagem, além de tonalidade de fibra favorável para a confecção de tecidos.

A intensidade da coloração é um parâmetro importante para a comercialização das fibras naturalmente coloridas e foi um dos critérios utilizados para a seleção dos genitores para compor o dialelo. No entanto, estudos realizados por Carvalho e Santos (2003) apontam a existência de uma correlação negativa entre a intensidade de cor e a resistência e rendimento das fibras.

Dentre os genitores de fibra colorida empregados, os genótipos BRS Rubi e PROMALG Red se destacam dos demais pela coloração intensa no tom de marrom avermelhado. Destes, o genótipo PROMALG Red demonstrou ser o mais apto para o desenvolvimento de populações segregantes, pois apesar de ter obtido médias inferiores para os caracteres MIC (2,87), UHML (23,34 mm), UI (78,43) e STR (21,30), foi um genitor promissor para geração da combinação híbrida TMG 82 x PROMALG RED, com médias elevadas para todas as características tecnológicas da fibra, com exceção de micronaire (Tabela 9). A superioridade da combinação híbrida pode ser decorrente de uma alta divergência entre os genitores, resultando em um maior efeito heterótico na combinação.

Em relação à maturidade e micronaire, foram formados três grupos para cada uma das características. Para micronaire, apenas dois genótipos foram classificados como fibras muito finas, são eles: PROMALG Red (2,87) e a combinação BRS Topázio x TMG82 (2,99) representando 5,88% do total de genótipos, para os demais 64,71% foi classificado como fibra fina e 26,47% como regular. De modo geral, a média de micronaire para os genótipos foi equivalente a 3,8, semelhante à encontrada por Cunha Neto *et al.* (2015) e superior aos resultados observados por Albuquerque *et al.* (2020) (4,39), ambos os estudos almejaram selecionar genitores de algodoeiro colorido para as características tecnológicas da fibra.

Para atender às exigências da indústria de fiação e tecelagem Penna (2005) afirma as fibras devem ter maturidade mínima de 77%. Todos os 34 tratamentos obtiveram médias de MAT superiores a 81%, destes 25 apresentaram valores entre 0,81 e 0,85 e nove foram classificados como fibra madura (0,85 a 0,95). As maiores médias foram observadas na cultivar TMG47 e em sua combinação com o genitor PROMALG Red.

Quanto a finura da fibra, a indústria de fiação exige médias de índice de micronaire compreendidas na faixa de 3,6 a 4,2 (PENNA, 2005). Para esta característica foi possível observar uma superioridade dos genitores de fibra branca, em relação aos de fibra colorida. Dos nove genótipos que não alcançaram os valores mínimos necessários, quatro são genitores de fibra colorida: PROMALG Red (2,87), PROMALG Okra (3,35), BRS Topázio (3,57), BRS Rubi (3,38) além das combinações híbridas: PROMALG Red x FMT705 (3,33), PROMALG Red x BRS433 (3,17), BRS Topázio x TMG82 (2,99), PROMALG Red x TMG 47 (3,52) e PROMALG Red x FM980 (3,12).

Para as características resistência, alongamento e índice de fibras curtas também foi possível observar uma superioridade dos genitores de fibra branca. Para STR e SFI foram formados quatro grupos com média geral de 29,59 gf tex⁻¹ e 11,17%, respectivamente. Similares às médias obtidas por Cardoso *et al.* (2021) de 14,43% para SFI e 22,30 gf tex⁻¹ para STR, ao avaliarem a divergência genética entre genótipos de algodoeiro colorido por meio de redes neurais artificiais em Uberlândia-MG. E inferiores às médias observadas por Miranda *et al.* (2020), equivalentes a 8,21% para índice de fibras curtas e 30,76 gf tex⁻¹ para resistência de fibra.

Dentre os 24 tratamentos avaliados, apenas oito foram classificados com resistência de fibra muito forte (maior de 30 gf tex⁻¹) e oito com índice baixo (6 a 9%) ou muito baixo (<6%) de fibras curtas (Embrapa, 2002). Os genótipos contemplados com as duas classificações simultaneamente foram os genitores BRS433, TMG82, TMG47, DP1552, FM980 e as combinações híbridas BRS Rubi x BRS433 e PROMALG Red x TMG82. Para os demais genótipos, as médias oscilaram de 21,39 a 29,39 gf tex⁻¹ para resistência e de 9,41 a 18,43% para índice de fibras curtas.

Fibras com baixos índices de micronaire e altas médias para maturidade, alongamento e resistência à rotura são altamente indicadas ao processo têxtil, visto que, quando processadas corretamente, resultarão em uma maior produtividade têxtil e produtos com melhor qualidade (LANA; RIBAS; CHANSELME, 2014).

Com relação ao alongamento das fibras (ELG), ainda que os genótipos tenham sido divididos em três grupos, todos produziram fibras com elasticidade alta ou muito alta segundo classificação da Embrapa (2002). Além disso, foi possível observar que os genitores de fibra colorida apresentaram médias superiores para ELG, em relação às obtidas pelos genitores de fibra branca.

Estudo realizado por Bellettini *et al.* (2011) afirma que a quantidade de cera produzida pelos genótipos de fibra colorida é superior em relação aos genótipos de fibra

branca. Apesar deste acréscimo na quantidade de cera se correlacionar negativamente com características importantes, como rendimento de fibra (PAN *et al.*, 2010) ele pode aumentar a eficiência do processo de fiação, uma vez que a cera fornece uma camada lubrificante responsável por promover uma maior elasticidade às fibras coloridas e reduzir o atrito entre as fibras e metal do maquinário têxtil, tornando-as capazes de sofrer uma maior tensão antes de se romperem.

O conhecimento da capacidade geral de combinação é de suma importância para o melhoramento das espécies, pois possibilita a seleção de parentais com alto potencial genético para os parâmetros de interesse. Para a característica alongamento de fibra, os genitores FMT705, DP1552, FM980, PROMALG Red e BRS Topázio apresentaram estimativas positivas de CGC (Figura 5), além de boas médias para ELG (Tabela 9), podendo ser recomendados para a obtenção de populações segregantes com maior elasticidade de fibra, ou seja, que toleram um maior alongamento no sentido longitudinal antes de se romperem.

Em contrapartida, quando se deseja reduzir a expressão de determinada característica, é necessário que pelo menos um dos genitores envolvidos no cruzamento apresente estimativas negativas para CGC (KRAUSE; RODRIGUES; LEAL, 2012).

Os genitores de fibra branca BRS 433, TMG82 e DP1552 e os de fibra colorida PROMALG Red e BRS Rubi apresentaram valores de CGC negativos e de alta magnitude para a característica índice de fibras curtas. Entretanto, destes, apenas os genitores de fibra branca apresentaram baixas médias para SFI, de 5% 7,43% e 5,83%, respectivamente (Tabela 9), podendo ser recomendados como genitores para o desenvolvimento de populações segregantes e linhagens com menor percentual de fibras curtas. Santos *et al.* (2017) afirmam que um alto SFI implica diretamente na qualidade e no processamento da fibra, podendo depreciar o produto final e reduzir o valor de comercialização da pluma.

Segundo Sestren e Lima (2015) o UHML também é uma das características de maior influência na determinação do valor de mercado da pluma, além de desempenhar papel primordial na qualidade dos produtos têxteis, sendo que, quanto maior for o UHML, menor será o número de torções que os fios recebem, por unidade de comprimento, ao longo do processo produtivo. Um menor número de torções promove ganhos de produção e qualidade, além de resultar em tecidos mais macios, volumosos e maleáveis (LANA; RIBAS; CHANSELME, 2014).

Para obtenção de linhagens com UHML mais longo são recomendados os genitores BRS433 e TMG47 devido às estimativas elevadas de CGC e as médias de 32,23 e 83,17 mm, respectivamente (Tabela 9). Apesar de TMG82, BRS Rubi e PROMALG Okra também terem apresentado estimativas positivas de CGC, as médias de UHML para estes genitores não foram favoráveis para seleção, classificados como fibras médias e curtas.

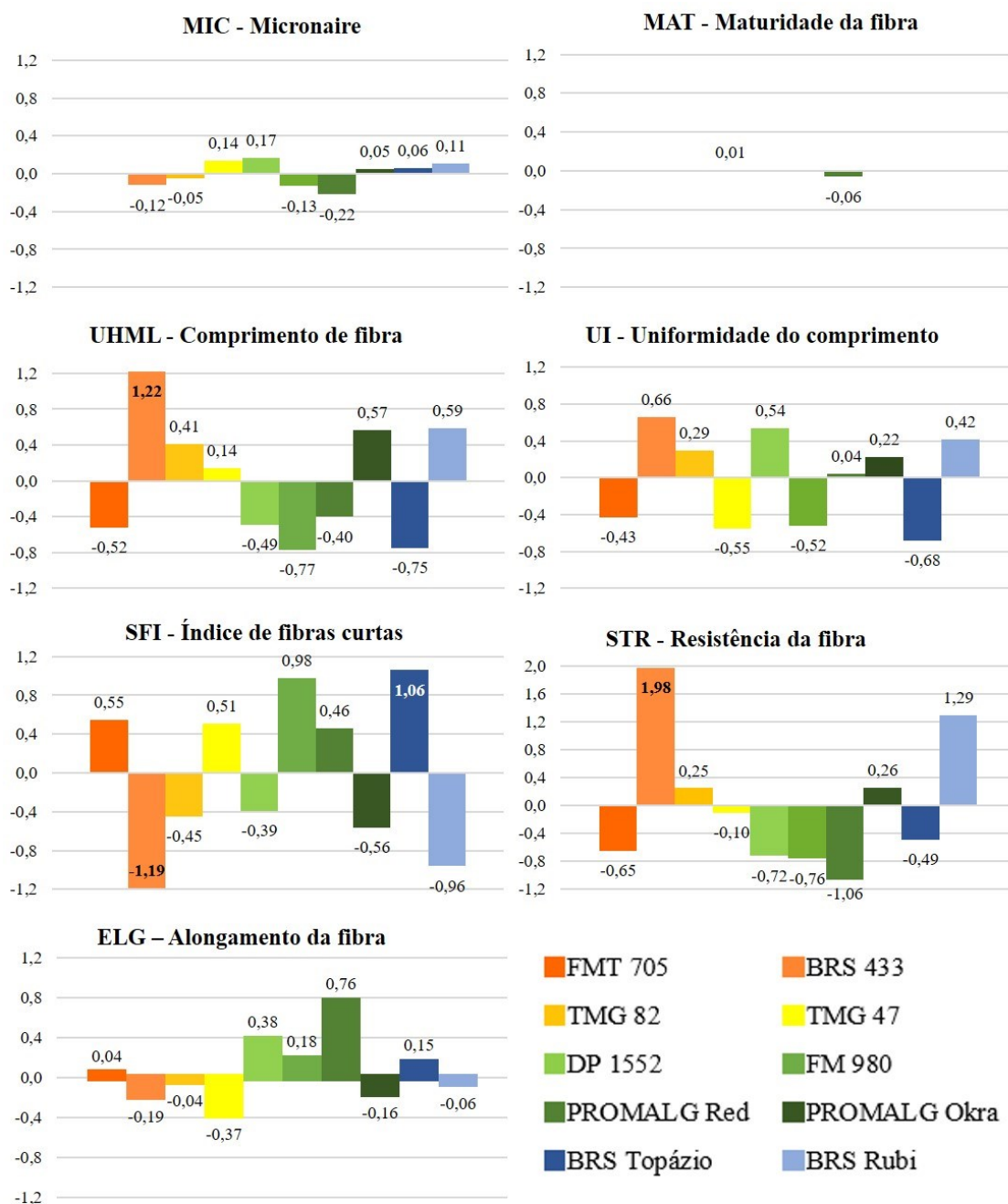


FIGURA 5. Capacidade geral de combinação para as características tecnológicas de fibra referentes a 34 genótipos de algodoeiro em esquema de dialelo parcial. MIC: micronaire; MAT: maturidade de fibra; UHML: comprimento da fibra (mm); UI: uniformidade do comprimento (%); SFI: índice de fibras curtas (%); STR: resistência de fibras (gf tex⁻¹); ELG: alongamento da fibra (mm).

Sestren e Lima (2015) afirmam que existe uma forte relação entre a torção, aparência e regularidade de massa dos fios têxteis, com as características tecnológicas associadas à resistência, comprimento e uniformidade de comprimento da fibra. Descrevendo como determinantes tanto na definição das regulagens das máquinas que compõem o processo de fiação, quanto na qualidade dos tecidos e peças confeccionados.

Os genitores BRS 433, TMG82, PROMALG Okra e BRS Rubi demonstraram estimativas positivas para as características de uniformidade de comprimento e resistência de fibra. Contudo, considerando as médias obtidas (Tabela 9), os genitores de fibra colorida apresentaram desempenho inferior, com classificações de uniformidade de fibra irregular e resistência baixa ou média, enquanto os genitores de fibra branca foram classificados com resistência de fibra muito forte e comprimento uniforme. As médias favoráveis associadas às estimativas de CGC elevadas sinalizam que os genótipos BRS 433 e TMG82 são considerados mais aptos para seleção quanto a estas características.

Para MIC e MAT as estimativas de CGC observadas apresentaram magnitudes inferiores às demais, o que se deve ao fato destas características serem classificadas por valores mais baixos, que vão de $<0,70$ (inadequado) a $>0,95$ (superior ao médio) para MAT e de >3 (muito fina) a ≥ 6 (muito grossa) para MIC (EMBRAPA, 2002). Segundo Borém e Freire (2014) o MIC representa a importância do espessamento da fibra com celulose e a espessura da parede secundária pode variar de acordo com as condições de cultivo das plantas. Porém esta característica não deve ser analisada individualmente, considerando que está fortemente correlacionada com a maturidade.

A maturidade é uma característica importante para a indústria pois influencia na resistência da fibra, de forma que as fibras com menor MAT podem se quebrar com maior facilidade, afetando negativamente os parâmetros de comprimento (BORÉM; FREIRE, 2014). Sendo assim, as fibras com baixos valores de MIC e elevados valores de MAT são as mais desejadas no setor têxtil, resultando em fios e tecidos finos e fortes (CUNHA NETO *et al.*, 2015). De modo geral, os genitores de fibra colorida apresentaram as menores médias para MIC, ou seja, fibras mais finas, enquanto que para maturidade os genitores de fibra colorida se sobressaíram, com médias mais elevadas (Tabela 9).

Desta forma, com base nas estimativas de CGC, recomendam-se os genitores BRS 433, FM980 e PROMALG Red para obtenção de fibras mais finas e o genitor TMG47 para fibras mais maduras e resistentes.

Quanto à capacidade específica de combinação, as estimativas obtidas pelas 24 combinações híbridas do dialelo estão dispostas na tabela 10.

TABELA 10. Estimativa dos efeitos de CEC para os componentes de produção e características tecnológicas de fibra em dialelo parcial.

Combinação híbrida	Caracteres										
	PC	PRODC	PRODP	RF	MIC	MAT	UHML	UI	STR	SFI	ELG
PROMALG Red x FMT 705	24,10	-755,24	-325,63	-2,04	-0,22	0,00	0,01	-1,36	-1,37	2,17	-0,06
PROMALG Red x BRS 433	5,19	1955,56	664,66	0,29	-0,28	-0,10	-0,84	0,41	-1,38	-0,49	0,66
PROMALG Red x TMG 82	-11,76	-1525,56	-385,50	6,89	0,81	0,02	3,55	3,43	5,03	-5,28	-0,04
PROMALG Red x TMG 47	19,38	-737,93	-382,00	-6,31	-0,18	-0,10	-1,26	-0,24	-1,96	0,75	0,20
PROMALG Red x DP1552	-2,41	66,35	125,34	3,53	0,25	0,00	-0,38	-0,41	-1,28	0,70	0,24
PROMALG Red x FM980	-0,38	453,78	39,75	-3,57	-0,31	-0,10	-0,68	-2,09	-1,44	3,14	0,02
PROMALG Okra x FMT 705	10,88	-426,3	-226,95	-2,15	-0,03	0,00	0,22	-0,44	-0,67	0,90	0,21
PROMALG Okra x BRS433	10,08	-241,44	-58,85	0,69	-0,08	0,00	-0,07	-0,4	-0,76	0,29	-0,40
PROMALG Okra x TMG 82	4,33	749,92	181,75	-1,81	0,13	0,00	-0,41	0,21	-0,25	0,03	-0,11
PROMALG Okra x TMG 47	-9,73	181,96	63,06	1,02	-0,20	-0,01	-0,85	-0,07	-1,13	0,81	0,16
PROMALG Okra x DP1552	-0,30	-291,35	2,03	3,38	0,41	0,01	0,97	0,17	0,84	-1,06	0,15
PROMALG Okra x FM980	-0,93	61,77	36,14	0,17	-0,07	0,00	-0,31	-0,02	-1,03	0,77	0,07
BRS Topázio x FMT705	13,09	428,11	183,58	1,14	-0,01	-0,01	-1,16	0,39	-1,36	0,19	0,55
BRS Topázio x BRS433	-1,50	-369,24	-83,52	1,85	0,39	0,01	0,50	-1,25	0,63	0,74	-0,15
BRS Topázio x TMG 82	-18,40	-305,10	-82,80	1,23	-0,80	-0,02	0,02	-2,19	-1,40	1,92	0,18
BRS Topázio x TMG 47	-13,85	476,58	274,05	2,66	-0,03	0,00	0,68	-0,19	1,35	-0,88	0,14
BRS Topázio x DP1552	16,34	-414,90	-268,05	-3,88	-0,38	0,00	-0,08	1,03	-0,05	-1,05	-0,87
BRS Topázio x FM980	17,80	665,97	206,95	-1,11	0,60	0,02	-0,60	1,27	-0,86	-2,06	-0,02
BRS Rubi x FMT705	18,08	687,84	9,00	1,95	-0,17	0,00	2,47	0,21	2,98	-1,34	-0,04
BRS Rubi x BRS433	-42,33	-488,55	-138,71	1,50	-0,04	0,00	-0,05	0,76	1,56	-1,09	-0,54
BRS Rubi x TMG 82	31,52	-350,98	-162,99	-0,79	-0,11	-0,10	-0,58	-0,02	-1,83	0,87	0,54
BRS Rubi x TMG 47	2,80	208,07	154,34	3,54	0,52	0,02	0,82	-0,16	0,22	-0,81	-0,50
BRS Rubi x DP1552	2,56	1406,67	681,18	3,44	0,03	0,00	-0,83	-1,13	-2,84	2,41	0,55
BRS Rubi x FM980	-0,41	-948,61	-364,37	0,29	0,12	0,00	-1,77	-0,94	-2,64	1,70	0,55

PC: peso médio de capulho (g); PRODC: produtividade de algodão em caroço; PRODP: produtividade de algodão em pluma (kg ha⁻¹); RF: rendimento de fibra (%); MIC: índice de micronaire; MAT: maturidade de fibra; UHML: comprimento da fibra (mm); UI: uniformidade do comprimento de fibra (%); SFI: índice de fibras curtas (%); STR: resistência de fibras (gf tex⁻¹); ELG: alongamento da fibra (mm).

Segundo Cruz, Regazzi e Carneiro (2014), a CEC está relacionada com efeitos gênicos não aditivos e indica a complementariedade entre os genitores envolvidos nas combinações híbridas.

Com base nas estimativas de CEC, para promover incrementos na característica comprimento de fibra, as combinações híbridas mais recomendadas são: BRS Rubi x FMT 705 e PROMALG Red x TMG 82. Ambas apresentaram estimativas de CEC positivas e de alta magnitude para os caracteres UHML, UI e STR. No entanto, quando analisamos a capacidade geral destes genitores para comprimento de fibra (Figura 5), é possível observar que apenas dois, dos quatro genitores citados apresentam estimativas com valor positivo (BRS Rubi e TMG82). Este fato reforça o proposto por Krause, Rodrigues e Leal (2012), quando afirmaram que para se obter incrementos ou reduções em características desejadas, é necessário que pelo menos um dos genitores envolvidos nos cruzamentos apresente CGC compatível com a mudança esperada, seja ela positiva ou negativa.

De modo geral, dentre os 24 híbridos F₁ avaliados, a combinação composta pelos genótipos PROMALG Red e TMG 82 foi a que apresentou a melhor complementariedade entre os genitores. Com estimativas positivas e de alta magnitude para quatro, dentre as seis características tecnológicas da fibra para as quais se deseja promover ganhos, foram elas: MIC (0,81), UHML (3,55), UI (3,43) e STR (5,03), além de médias superiores para todos os caracteres relacionados à qualidade de fibra, com exceção de índice de micronaire (Tabela 9).

Além disso, para SFI, a combinação em questão apresentou CEC com valor negativo e de alta magnitude, equivalente a -5,28. Estimativas negativas deste parâmetro indicam que o desempenho desta combinação é superior em relação aos parentais envolvidos, pois possibilitou uma redução no índice de fibras curtas. Sendo assim, tomando como base o apresentado, os genitores PROMALG Red e TMG 82 são altamente recomendados para o desenvolvimento de populações segregantes superiores de algodão colorido visando qualidade de fibra.

Assim como observado na figura 5, as características micronaire e maturidade de fibra obtiveram estimativas de CEC com baixa amplitude de variação, em especial a MAT com valores oscilando de 0,02 a -0,1, além de 50% das combinações híbridas terem apresentado estimativa nula (0,00), o que indica que para o caráter em questão, tais combinações híbridas não resultaram em ganhos significativos de maturidade, quando comparadas com os parentais envolvidos.

Quanto ao micronaire, característica relacionada à finura da fibra de algodão, as estimativas de CEC variaram entre 0,81 e -0,80 e corroboram com o observado por Aguiar *et al.* (2007) ao realizarem uma análise dialélica com oito genitores elite de algodoeiro de fibra branca e 28 combinações híbridas.

Segundo Carvalho *et al.* (2015b) o Brasil tradicionalmente produzia e exportava fibras de algodão com comprimento mais longo, por meio da produção de *G. hirsutum* L. r. *marie galante*, no entanto esta raça não tem sido amplamente produzida na última década devido ao seu hábito de crescimento perene, o qual dificulta o controle do bicudo do algodão, *Anthonomus grandis*. Portanto, para se manter competitivo no mercado global e suprir a demanda de algodão com fibra mais longa, os programas de melhoramento nacionais buscam desenvolver cultivares de alta qualidade e UHML superior porém de ciclo anual.

O UHML da cultivar BRS433 foi 1,57 mm superior ao segundo genótipo com maior comprimento de fibra: PROMALG RED x TMG 82 e como demonstrado na tabela 10, esta combinação apresentou as melhores estimativas de CEC para todas as características da fibra, com exceção de ELG.

Em contrapartida, apesar de a cultivar BRS433 ter apresentado a maior média e maior estimativa de CGC para a característica UHML (1,22) (figura 5), os valores referentes a capacidade específica de combinação desta com os genitores do grupo II foram em sua maioria negativos, com exceção apenas da combinação com a cultivar BRS Topázio, que obteve CEC equivalente a 0,50.

Quanto às características associadas aos componentes de produção foi possível observar que dentre as 24 combinações híbridas avaliadas, apenas cinco obtiveram estimativas de CEC positivas para todos os caracteres, estas são: PROMALG Red x BRS433, BRS Topázio x FMT 705, BRS Rubi x FMT 705, BRS Rubi x TMG 47 e BRS Rubi x DP1552. Porém destas, as combinações BRS Topázio x FMT705 e BRS Rubi x TMG47 não podem ser recomendadas para promover incrementos de produtividade nas populações segregantes, pois apesar de terem apresentado boas estimativas de CEC, as médias obtidas não foram satisfatórias (Tabela 9).

As combinações híbridas que apresentaram maior potencial produtivo foram: PROMALG Red e BRS 433, com estimativa de CEC positivas e de alta magnitude para PC (5,19), PRODC (1955,56), PRODP (664,66) e RF (0,29) e médias de 3391,70 e 1657,43 kg ha⁻¹ de algodão em caroço e em pluma, respectivamente; e a combinação BRS Rubi x DP1552 com estimativas de CEC de 2,56 (PC), 1406,67 (PRODC), 681,18

(PRODP) e 3,44 (RF) e médias de 2765,11 e 1959,12 kg ha⁻¹ de algodão em caroço e em pluma, respectivamente. As combinações foram inferiores apenas às médias obtidas pelo genitor de fibra branca TMG82, o que demonstra que são altamente recomendáveis para programas de melhoramento genético que objetivam desenvolver linhagens de algodão colorido com alta produtividade.

A cultivar TMG82 também apresentou CGC positivo para todos os componentes de produção avaliados (Figura 6), com estimativas de PRODC e PRODP até três vezes superiores em relação aos demais genitores.

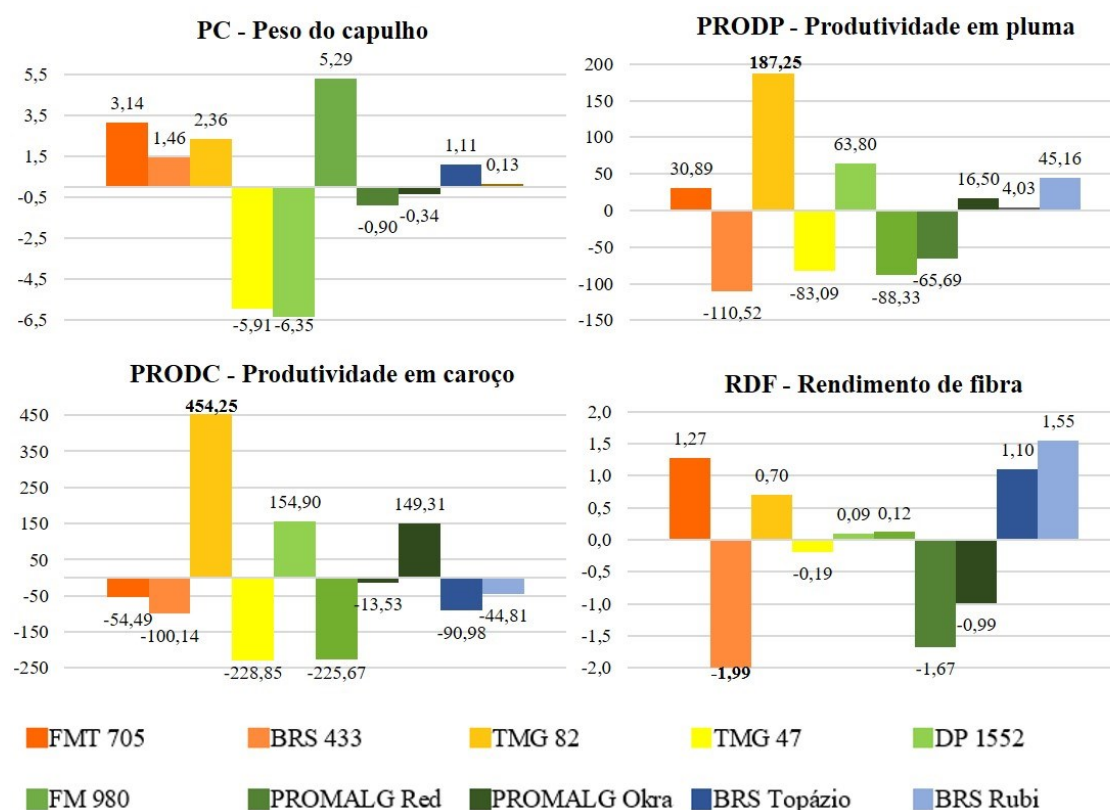


FIGURA 6. Estimativa da capacidade geral de combinação dos componentes de produção em dialelo parcial. PC: peso médio de capulho (g); PRODC: produtividade de algodão em caroço (kg ha⁻¹); PRODP: produtividade de algodão em pluma (kg ha⁻¹); RF: rendimento de fibra (%).

A capacidade geral representa o comportamento médio de um genitor nos cruzamentos em que faz parte e tem seu efeito baseado na ação de genes predominantemente aditivos, ou seja, aqueles responsáveis pela proporção da variação fenotípica que pode ser transmitida para as sucessivas gerações (RAMALHO; SANTOS; PEREIRA FILHO, 1988).

Quando consideradas apenas as estimativas de CGC para os índices de produtividade, foi possível observar uma predominância de valores positivos para os genitores do grupo I, de fibra branca, em relação ao grupo II.

Para a característica peso de capulho, as maiores estimativas foram observadas para a cultivar FM980. Carvalho, Farias e Rodrigues (2015) afirmam que o PC é um componente de produção associado ao rendimento de pluma do algodoeiro. Além disso, é uma característica morfológica que pode ser utilizada para inferir de forma precoce e indireta a produtividade das cultivares quando avaliada conjuntamente ao número de capulhos por planta.

Entretanto, para a combinação híbrida PROMALG Red x TMG47, os incrementos observados para a característica peso de capulho (6,61) não resultaram em uma maior produtividade de fibra (638,21 kg ha⁻¹) (Tabela 9). Apesar de a estimativa de CEC para PC ter sido elevada (19,38), as estimativas para PRODC, PRODP e RF foram negativas e de alta magnitude (Tabela 10), o que indica que o maior peso de capulho pode ter sido ocasionado por um maior volume de sementes, resultando em um rendimento de fibras inferior. Sendo assim, para estimar a produtividade com base no peso de capulhos talvez seria recomendado avaliar também o peso de mil sementes médio dos genótipos.

As estimativas de CGC para rendimento de fibra foram positivas para os genitores TMG 82, BRS Topázio, FMT 705 e BRS Rubi. Os incrementos para a característica em questão promovidos pelos respectivos parentais foram de 0,70; 1,10; 1,27 e 1,55%, o que os indica para melhora desta característica. No entanto, para os dois genitores de fibra colorida (BRS Topázio e Rubi), os incrementos em rendimento de fibra não foram acompanhados de boas estimativas para os demais índices de produtividade, o que demonstra que é necessário realizar estudos para compreender melhor a relação genética entre as características de interesse no melhoramento das culturas e suas correlações.

Carvalho, Farias e Rodrigues (2015) ao estudarem progênes de algodão de fibra extra-longa observaram uma correlação negativa entre os caracteres RF e o UHML. Fang *et al.* (2017) ao sequenciaram 318 acessos de algodoeiro identificaram dois *loci* genéticos (*GhLYI-A02* e *GhLYI-D08*) que podem ser associados ao aumento substancial do rendimento de fibras e número de capulhos por planta, além de reduzirem concomitantemente o percentual de semente. Esses resultados fornecem uma explicação genética para a correlação positiva entre RF e NC, bem como para a relação negativa entre o índice de semente e essas duas características.

5. CONCLUSÃO

Foi constatada a predominância de efeitos genéticos aditivos no controle genético das características tecnológicas da fibra.

Para promover incrementos na produtividade de genótipos de fibra colorida, são recomendadas as combinações híbridas PROMALG Red x BRS433 e BRS Rubi x DP1552.

A combinação híbrida PROMALG Red x TMG82 apresentou a melhor complementariedade entre os genitores, sendo promissora para obtenção de progênie com qualidade de fibra colorida superior.

As combinações BRS Rubi x FMT705 PROMALG Red x TMG82 e PROMALG Okra x DP1552 são recomendadas para obtenção de progênie com enfoque em comprimento de fibra (UHML) mais longo, associado às demais características tecnológicas.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO. **The brazilian cotton chain: challenges and strategies**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtos de Algodão, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO. **Algodão no mundo**. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-mundo.aspx>. Acesso em 22 jun. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.abrapa.cp.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Mundo.aspx>. Acesso em: 04 jan. 2021.
- AGUIAR, P. A.; PENNA, J. C. V.; FREIRE, E. C.; MELO, L. C. Diallel analysis of upland cotton cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.7, p.353-359, 2007. DOI: <https://doi.org/10.12702/1984-7033.v07n04a04>
- ALBUQUERQUE, R. R. S.; CAVALCANTI, J. J. V.; FARIAS, F. J. C.; QUEIROZ, D. R.; CARVALHO, L. P. Estimates of genetic parameters for selection of colored cotton fiber. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.33, n.1, p.253-259, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n127rc>
- ALVES, R. M.; LIMA, F. F.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Aspectos econômicos. In: BORÉM, A.; FREIRE, E. C. **Algodão: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2014, p.9-13.
- ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO. **História do algodão**. Disponível em: http://www.sincti.com/clientes/ampa/site/qs_historia.php. Acesso em: 23 jan. 2021.
- BECHERE, E.; ZENG, L.; HARDIN, R. G. Combining ability of ginning rate and et ginning energy requirement in upland cotton. **Crop Science**, Madison, v.56, n.2, p.499-504, 2016. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2015.05.0297>
- BELLETTINI, S.; SANTOS, K. H.; BELLETINI, N. M. T.; MIGLIORANZA, E.; CHIMBO JUNIOR, A.; SILVA, D. P.; CARVALHO, F. K.; NAGASHIMA, G. T. Características tecnológicas de fibra de algodão colorido no Paraná. In: **Cotton Expo - 8º Congresso Brasileiro de Algodão**, p.701-705, 2011.

- BELTRÃO, N. E. M.; CARVALHO, L. P. Algodão colorido no Brasil, e em particular no Nordeste e no Estado da Paraíba. Brasília: **Embrapa Algodão-Documentos**, 2004.
- BERTAN, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Parental selection strategies in plant breeding programs. **Journal of Crop Science and Biotechnology**, [s.l.], v.10, p.211-222, 2007.
- BERGER, G.; HAGUE, S; SMITH, C. W. Diallel analysis of fiber traits for extra-long staple cotton progeny. **Crop Science**, Madison, v.52, p. 683-689, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2010.11.0648>
- BORÉM, A.; FREIRE, E. C. **Algodão**: do plantio a colheita. Viçosa, UFV, 2014.
- CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. D. C. A.; BELTRÃO, N. E.M; VALE, L. S. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida ‘BRS Safira’. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, n. 41, v.3, p.456-462, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000300019>
- CARDOSO, D. B.O.; MEDEIROS, L. A.; CARVALHO, G. O.; PIMENTEL, I. M.; ROJAS, G. X.; SOUZA, L. A.; SOUZA, G. M.; SOUSA, L. B. Use of computational intelligence in the genetic divergence of colored cotton plants. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.37, 9p., 2021. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v37n0a2021-53634>
- CARVALHO, L. P.; ANDRADE, F. P.; SILVA FILHO, J. L. Cultivares de algodão colorido no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v.15, n.1, p.37-44, 2011.
- CARVALHO, L. P. Contribuição do melhoramento ao cultivo do algodão. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. **Agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2008, cap. 9, p. 271-298.
- CARVALHO, L. P.; FARIAS, F. J. C.; RODRIGUES, J. I. S. Selection for increased fiber length in cotton progenies from acala and non-acala types. **Crop Science**, Madison, v. 55, p. 985-991, 2015. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2014.08.0547>
- CARVALHO; L. P.; FARIAS, F. J. C.; MORELLO, C. L.; RODRIGUES, J. I. S.; TEODORO, P. E. Agronomic and technical fibers traits in elite genotypes of cotton herbaceous. **African Journal of Agricultural Research**, Victoria Island, v.10, n.53, p.4882-4887, 2015c. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10515>

- CARVALHO, L. P.; SALGADO, C. C.; FARIAS, F. J. C.; CARNEIRO, V. Q. Estabilidade e adaptabilidade de genótipos de algodão de fibra colorida quanto aos caracteres de fibra. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, p.598-605, 2015b. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr2013023>
- CARVALHO, L. P.; SANTOS, J. W. Respostas correlacionadas do algodoeiro com a seleção para a coloração da fibra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38 n.1, p.79-83, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000100011>
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira**: grãos Safra 2019/20. Nono levantamento, Brasília: CONAB, 2020. v.7 69p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTACEMINTO. **Tabela de levantamento**. Brasília: CONAB, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 25 jan. 2021.
- COTHREN, J. T.; OOSTERHUIS, D. M. Use of growth regulators in cotton production. *In*: STEWART, J. M. D.; OOSTERHUIS, D. M.; HEITHOLT, J. J.; MAUNEY, J. R. **Physiology of cotton**, New Orleans: Springer, 2010, p. 289-303. DOI: https://doi.org/10.1007/978-90-481-3195-2_26
- CRUZ, C. D. Genes Software: extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v.38, p.547-552, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i3.32629>
- CRUZ, C. D. **Programa GENES**: estatística experimental e matrizes. Viçosa: UFV, 2006. 285p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2014. v.2.
- CUNHA NETO, J.; BERTINI, C. H. C. M.; SILVA, A. P. M. Divergência genética entre genitores de algodoeiro de fibras brancas e coloridas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.10, n.4, p.492-498, 105. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v10i4a4883>

- DARONCH, D. J.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; NASCIMENTO, M. O. Capacidade combinatória de cultivares de soja em F², sob condições de cerrado tocaninense. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.2, p. 688-695, 2014.
- DUTT, Y.; WANG, X. D.; ZHU, Y. G.; Li, Y. Y. Breeding for high yield and quality in colored cotton. **Plant Breeding**, Germany, v.123, p.145-151, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.2003.00938.x>
- EMBRAPA. **Resultados de ensaio HVI e suas interpretações** (ASTM D-4605). Campina Grande, [s.n.], 2002.
- FANG, L.; WANG, Q.; HU, Y.; JIA, Y.; CHEN, J.; LIU, B.; ZHANG, Z.; GUAN, X.; CHEN, S.; ZHOU, B.; MEI, G.; SUN, J.; PAN, Z.; HE, S.; XIAO, S.; SHI, W.; GONG, W.; LIU, J.; MA, J.; CAI, C.; ZHU, X.; GUO, W.; DU, X.; ZHANG, T. Genomic analyses in cotton identify signatures of selection and loci associated with fiber quality and yield traits. **Nature genetics**, New York, v. 49, n. 7, p. 1089-1098, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/ng.3887>
- FIDELES FILHO, J.; BELTRÃO, N. E. M.; PEREIRA, A. S. Desenvolvimento de uma régua para medidas de área foliar do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v.14, n.7, p.736-741, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000700008>
- FREIRE, E. C. Melhoramento no Brasil. In: BORÉM, A.; FREIRE, E. C. **Algodão: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2014. cap.6, p.113-132.
- GADELHA, I. C. N.; FONSECA, N. B. S.; OLORIS, S. C. S.; MELO, M. M.; SOTO-BLANCO, B. Gossypol toxicity from cottonseed products. **The Scientific World Journal**, London, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/231635>
- GARCIA, S.; BERNINI, D. D. S.; NÃÃS, I. A.; VICENS-SALORT, E. Algodão colorido e agroecológico pode ser a solução sustentável para a future indústria textile. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, v.10, n.1, p.87-100, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15675/gepros.v10i1.1176>
- GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, Tucson, v. 22, n.3, p. 439-452, 1966. DOI: <https://doi.org/10.2307/2528181>

- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Science**, East Melbourne, v.9, n.4, p.463-493, 1956. DOI: <https://doi.org/10.1071/BI9560463>
- HAGUE, S. S.; GANNAWAY, J. R.; BOMAN, R. K. Combining ability of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L., with traits associated with sticky fiber. **Euphytica**, Wageningen, v. 164, n.1, p.75-79, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-008-9644-2>
- HAYMAN, B. I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, Baltimore, v. 39, n. 6, p. 789-809, 1954.
- INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE. **Cotton this month**, [S.l.: s.n.], 2021. Disponível em: https://icac.org/Content/PublicationsPdf%20Files/4b1e0c03_e012_4e94_abf2_e1afd5404b2d/cotton-this-month-e1_18.pdf.pdf. Acesso em: 13 jan. 2021.
- KHAN, S; A.; KHAN, N. U.; MOHAMMAD, F.; AHMAD, M.; KHAN, I. A.; BIBI, Z.; KHAN, I. U. Combining ability analysis in intra-specific F₁ diallel cross of upland cotton. **Pakistan Journal of Botany**, Kohistan, v.43, n.3, p.1719-1723, 2011.
- KHAN, M. E.; KHAN, M. I.; KHAN, A. A.; CHEEMA, M. N. KHAN, S. A. Genetic studies for morphological and fiber quality traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Science, Technology and Development**, Faisalabad, v.37, n.3, p. 131-138, 2018.
- KRAUSE, W.; RODRIGUES, R.; LEAL, N. R. Capacidade combinatória para caracteres em feijão-de-vagem. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 522-531, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000300015>
- LAMAS, F. M.; FERREIRA, A. C. B.; BOGIANI, J. C. **Pontos a serem considerados no manejo de regulador de crescimento na cultura do algodoeiro**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013 (Comunicado Técnico).
- LANA, V.; RIBAS, P. V.; CHANSELME, J. A classificação do algodão. In: IMAMT. **Manual de beneficiamento do algodão**. Primavera do Leste: Casa da Árvore, 2014. cap.15, p.299-367. Disponível em: http://www.imamt.com.br/system/anexos/arquivos/238/original/3__MANUAL_15_19.pdf?1404999627%202014. Acesso em: 21 jan. 2019.

LEVENE, H. Levene test for equality of variances. *In: Contributions to probability and statistics: Essays in honor of Harold Hotelling*, 1960, p.278-292.

LIMA, T. C.; AQUINO, L. A.; BERGER, P.G. Botânica. *In: Algodão: do plantio à colheita*. Viçosa: UFV, 2014. p.50-66.

MARUR, C. J.; RUANO, O. **Escala do Algodão**. Londrina: IAPAR, 2001. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/EscaladoAlgodao.pdf Acesso em: 24 jun. 2020.

MIRANDA, M. C. C.; CARDOSO, D. B. O.; PAIVA, T. S.; FARIAS, F. J. C.; SOUSA, L. B. Determining genetic diversity in cotton genotypes to improve variability. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 67, n.6, p.464-473, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737x202067060006>

MONTEIRO, J. E. B. A.; SENTELHAS, P. C.; CHIAVEGATO, E. J.; GUISELINI, C.; SANTIAGO, A. V.; PRELA, A. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio da dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 15-24, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000100002>

MORELLO, C. L.; SUASSUNA, N. D.; PEDROSA, M. P.; BARROSO, P. A. V.; SILVA FILHO, J. L.; SUASSUNA, T. M. F.; PERINA, F. J.; SOFIATTI, V.; MAGALHÃES, F. O. C.; LAMAS, F. M. Cultivar BRS433FL B2RF: upland cotton with high-quality fiber, insect resistance and glyphosate tolerance for the Brazilian Savanna. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.20, n.3, p.1-6, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332020v20n3c43>

MAIOLI, M. F. S. D.; PINTO, R. J. B.; DA SILVA, T. A.; RIZZARDI, D. A.; MATSUZAKI, R. A.; SATO, M. A.; EISELE, T. G.; GARCIA, G. D. L. Partial diallel and genetic divergence analyses in maize inbred lines. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.43, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v43i1.53540>

MIRANDA FILHO, J. B.; GERALDI, I. O. Na adapted model for the analysis of partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.7, n.4, p.677-688, 1984.

NASCIMENTO, I. R.; MALUF, W. R.; GONÇALVES, L. D.; FARIA, M. V.; RESENDE, J. T. V.; NOGUEIRA, D. W. Capacidade combinatória de linhagens de pimentão a partir de análise dialélica multivariada. **Acta Scientiarum Agronomy**,

Maringá, v.32, n.2, p. 235-240, 2010. DOI:

<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i2.3768>

OLIVEIRA, I. J.; VELLO, N. A.; VIEIRA, P. M. J.; WYMINERSKY, P. T. Diallel among soybean genotypes with high oil content and resistance to sudden death syndrome. **Brazilian archives of biology and technology**, Curitiba, v.57, n.2, p.178-186, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132014000200004>

O'NEILL, M. E.; MATHEWS, K. Theory & Methods: a weighted least squares approach to levene's test of homogeneity of variance. **Australian & New Zealand Journal of Statistics**, Malden, v. 42, n. 1, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-842X.00109>

PAN, Z.; SUN, D.; SUN, J.; ZHOU, Z.; JIA, Y.; PANG, B.; MA, Z.; DU, X.; Effects of fiber wax and cellulose content on colored fiber quality. **Euphytica**, Wageningen, v.173, n.2, p.141-149, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-010-0124-0>

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; GUIMARÃES, P. S.; LUDERS, R. R.; GALLO, P. B.; SOUZA, A. P.; LABORDA, P. R.; OLIVEIRA, K. M. Capacidade combinatória, divergência genética entre linhagens de milho e correlação com heterose. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3 p.639-648, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000300012>

PENNA, J. C. V. Melhoramento do algodoeiro anual. **Informe 21 Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.92, p.10-13, 1982.

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

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

PIMENTEL, A. J. D.; RIBEIRO, G.; SOUZA, M. A.; MOURA, L. M.; ASSIS, J. C.; MACHADO, J. C. Comparação de métodos de seleção de genitores e populações segregantes aplicados ao melhoramento de trigo. **Bragantia**, Campinas, v.72, n.2, p.113-121, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013005000026>

QUEIROZ, D. R.; FARIAS, F. J. C.; CAVALCANTI, J. J. V.; CARVALHO, D. G.; SOUZA, L. S. S.; FARIAS, F. C.; TEODORO, P. E. Diallel analysis for technological

traits in upland cotton. **Genetics and Molecular Research**, São Paulo, p.1-8, 2017.

DOI: <https://doi.org/10.4238/gmr16039727>

RAGSDALE, P. I.; SMITH, C. W. Germplasm potential for trait improvement in

Upland Cotton: Diallel analysis of within-boll yield componentes. **Crop Science**,

Madison, v.47, p.1013-1017, 2007. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.09.0627>

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PEREIRA FILHO, I. A. Choice of parentes for dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) breeding. I. Interactions of mean componentes by

generations and by location. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.11, p.391-400, 1988.

RESENDE, M. A. V.; FREITAS, J. A.; LANZA, M. A.; RESENDE, M. D. V.;

AZEVEDO, C. F. Divergência genética e índice de seleção via BLUP em acessos de algodoeiro para características tecnológicas da fibra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**.

Goiânia, v. 44, n. 3, p. 334-340, 2014. DOI: [https://doi.org/10.1590/S1983-](https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000300006)

[40632014000300006](https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000300006)

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna:

R Foundation for Statistical Computing, 2018.

RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A. de. Aspectos sócio-econômicos do algodoeiro.

In: EMBRAPA: **Algodão: Tecnologia de produção**. Campina Grande: Embrapa

Algodão, 2001. p.13-34.

ROCHA, F.; STINGHEN, J. C.; GEMELI, M. S.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A.

F. Análise dialélica como ferramenta na seleção de genitores em feijão. **Revista Ciência**

Agrônômica, Fortaleza, v.45, n.1, p.74-81, 2014. DOI: [https://doi.org/10.1590/S1806-](https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000100010)

[66902014000100010](https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000100010)

SANTOS, I. G.; TEODORO, P. E.; FARIAS, F. C.; FARIAS, F. J. C.; CARVALHO, L.

P.; RODRIGUES, J. L. S; CRUZ, C. D. Genetic diversity among cotton cultivars in two

environments in the State of Mato Grosso. **Genetics and Molecular Research**,

Ribeirão Preto, v.16, p.1-8, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4238/gmr16029628>

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. Ana analysis variance test for normality (complete

samples). **Biometrika**, Oxford, v. 52, n. 4, p. 591-611, 1965. DOI:

<https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>

- SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. 333p.
- SESTREN, J. A.; LIMA, J. J. Características e classificação da fibra de algodão. *In*: FREIRE, E. C. **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2015. p. 653-750.
- TELES, G. C.; FUCK, M. P. Pesquisa e desenvolvimento de cultivares: o perfil tecnológico da cotonicultura brasileira. **Informe Gepec**, Toledo, v.20, n.1, p.61-77, 2016.
- TEMIZ, M.; KURT, F.; OXTURK, F. Combining ability for yield and fiber quality properties in a 7 x 7 half-diallel cotton (*Gossypium* ssp.) population. **Fresenius Environmental Bulletin**, Freising, v. 25, n.12a, p.6120-6123, 2016.
- VASCONCELOS, U. A. A.; CAVALCANTI, J. J. V.; FARIAS, F. J. C.; VASCONCELOS, W. S.; SANTOS R. C. Diallel analysis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for water stress tolerance. **Crop Bredding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.18, p.24-30, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332018v18n1a4>
- VIDAL NETO, F. C.; FREIRE, E. C. Melhoramento genético do algodoeiro. *In*: NETO, F. C. V; CAVALCANTI, J. J. V. **Melhoramento genético de plantas no Nordeste**. Brasília: Embrapa, 2013. p.49-83.
- ZHANG, H-B; LI, Y.; WANG, B.; CHEE, P. W. Recent advances in cotton genomics. **International Journal of Plant Genomics**, Londres, v. 2008, p. 1, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1155/2008/256597>
- ZONTA, J. H. *et al.* **Produtividade de cultivares de algodoeiro herbáceo sob diferentes lâminas de irrigação no Semiárido brasileiro**. 2015. Trabalho apresentado no 10º Congresso brasileiro do algodão: Cotton Expo, Foz do Iguaçu, 2015.