

# ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE GENÓTIPOS HAPLÓIDES DOBRADOS DE ALGODOEIROS OBTIDOS POR SEMIGAMIA NO ESTADO DE MINAS GERAIS

## STABILITY OF DOUBLE HAPLOID COTTON GENOTYPES DEVELOPED BY SEMIGAMY IN THE STATE OF MINAS GERAIS, BRAZIL

Petrônio José da SILVA<sup>1</sup>; Julio Cesar Viglioni PENNA<sup>2</sup>; Marcelo Abreu LANZA<sup>3</sup>; Denise Garcia de SANTANA<sup>4</sup>; Osvaldo Toshiyuki HAMAWAKI<sup>4</sup>

1. Engenheiro Agrônomo, MS., EMATER-MG, Uberaba, MG, Brasil; 2. Professor, Ph.D., Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. penna@umuarama.ufu.br; 3. Engenheiro Agrônomo, Doutor, EPAMIG, Belo Horizonte, MG, Brasil; 4. Professor (a), Doutor(a), UFU, Uberlândia, MG, Brasil;

**RESUMO:** Os objetivos desta pesquisa foram: avaliar o desempenho de genótipos haplóides dobrados (HD) de algodoeiros frente aos cultivares que lhes deram origem em três ambientes contrastantes de Minas Gerais, determinar possíveis interações genótipos *versus* ambientes (GxA) e estimar parâmetros de estabilidade pertinentes. Oito genótipos incluindo haplóides dobrados (HD) obtidos pela técnica da semigamia e seus respectivos genitores, todos desenvolvidos pela EPAMIG, foram plantados em experimentos no ano agrícola 2006/2007 nas regiões do Triângulo Mineiro (Uberaba), Alto Paranaíba (Patos de Minas) e Norte de Minas (Nova Porteirinha). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições. Foram realizadas análises individuais e conjuntas das principais características agrônômicas e de fibra. A estabilidade foi avaliada, quando pertinente, pelos métodos de Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1988). Não foram encontradas interações GxA para a maioria das características. Os HD obtiveram, em média, desempenhos melhorados em relação aos seus parentais, portanto, a técnica do dobramento cromossômico do complemento haplóide em genótipos de algodoeiro não causou efeitos negativos sobre os fenótipos. Os haplóides dobrados foram mais estáveis que seus cultivares de origem, mostrando que a metodologia da semigamia é eficiente e promissora para obtenção de novos genótipos. Não foi confirmada a hipótese da homozigose esperada nos HD provocar menor estabilidade destes genótipos. No ambiente de Uberaba os HDs em geral apresentaram menor variância que os parentais, confirmando a eficiência do método da semigamia. O HD-Epamig-4 mostrou-se mais variável que o seu parental e que os demais HD.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gossypium hirsutum* L. Adaptabilidade. Interação genótipo versus ambiente.

## INTRODUÇÃO

O algodoeiro produz a mais importante fibra têxtil do mundo e é grande fonte de óleo vegetal, prestando significativa contribuição à economia brasileira. Os crescentes avanços tecnológicos empregados na cultura na última década, principalmente nas áreas de cerrado, têm permitido aos produtores brasileiros alcançar grande eficiência no processo produtivo. Parte desse sucesso deve ser atribuída ao desenvolvimento de novas cultivares, mais adaptadas às regiões produtoras em termos de características agrônômicas e de fibra (LANZA 2005). A diversidade ambiental entre as regiões produtoras de algodão do estado de Minas Gerais torna relevantes os estudos sobre interações genótipos *versus* ambientes de cultivo, bem como os estudos de adaptabilidade e estabilidade que possibilitam a identificação de cultivares de comportamento previsível (CRUZ; REGAZZI 2001). No Brasil, destacam-se alguns trabalhos realizados com a cultura do algodoeiro para estimar a estabilidade do desempenho de cultivares, como os de Santana et al.

(1983); Carvalho et al. (1995), Farias (1995) e Machado et al. (2003).

O algodoeiro possui flores completas, que apresentam taxas de alogamia variável causada por insetos polinizadores. Pesquisas realizadas nas condições de cultivo em Minas Gerais reportaram taxas de cruzamento natural entre 10,1 e 32,2% (PENNA 2005). Assim, o algodoeiro é considerado espécie de reprodução mista o que tem importantes implicações na estrutura genética de suas populações, pois cultivares de algodoeiro podem apresentar níveis residuais de heterozigose, não sendo linhas puras perfeitas (PENNA 2005).

Uma das metodologias de suporte aos programas de melhoramento da cultura é a obtenção de plantas haplóides via semigamia com o posterior dobramento numérico dos cromossomos (TURCOTTE; FEASTER 1963; FALLIERI 1977). As vantagens da utilização de haplóides dobrados (HD) são a redução no tempo necessário para o estabelecimento de linhagens puras com redução nos custos do programa e a obtenção de homozigose plena em apenas uma geração. Atualmente a técnica

é utilizada em várias culturas como batata (ORTIZ 2010), arroz e trigo (GUPTA 1999) e milho, neste caso, no desenvolvimento de linhagens para produção de híbridos (SEITZ 2005). A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) desenvolveu cultivares e linhagens de algodoeiro por dobramento cromossômico de plantas haplóides (FALLIERI; LANZA 1999). A homozigose plena dos HD leva a especulação sobre a sua estabilidade em relação às cultivares convencionais (MACHADO 2001). Além disto, há relatos na literatura (MEREDITH 1979; YOUNG; MURRAY 1966) sobre efeitos de depressão endogâmica em algodoeiros submetidos à sucessivas autopolinizações, o que poderia ser uma desvantagem dos genótipos altamente homozigotos. Machado et al. (2003) analisaram dados dos ensaios de competição de cultivares no período 1990/1999, nas regiões do Triângulo Mineiro e Norte de Minas e detectaram o baixo desempenho para caracteres de fibra, em relação à estabilidade, de dois genótipos HD desenvolvidos pela EPAMIG (HD Precoce 1 e HD Precoce 2) e aventaram a hipótese deste resultado ter sido devido à alta homozigose de tais materiais.

Os objetivos desta pesquisa foram avaliar o desempenho de genótipos HD frente aos cultivares

que lhes deram origem em três ambientes contrastantes de Minas Gerais e determinar possíveis interações genótipos por ambientes e seus parâmetros de estabilidade e adaptabilidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

A condução dos experimentos se deu no ano agrícola 2006/2007 nas fazendas experimentais da EPAMIG localizadas nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Norte de Minas, respectivamente em Uberaba, Patos de Minas e Nova Porteirinha. As principais condições ambientais destas localidades estão resumidas na Tabela 1. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com cinco repetições e oito tratamentos. As parcelas possuíam área total de 18 m<sup>2</sup> (4 linhas de 5 m de comprimento com 5 a 7 plantas por metro, espaçadas de 0,90 cm) e a área útil constituída pelas duas fileiras centrais. Foram avaliados oito genótipos: HD-MG99403 (haplóide dobrado originado da cultivar Delta Opal); HD-Epamig-4 (HD originado da cultivar Epamig-4); HD-C-24-5-78 (HD originado da linhagem introduzida C-24-5-78); HD-C-25-1-80 (HD originado da linhagem introduzida C-25-1-80); Delta Opal; Epamig-4; C-24-5-78 e C-25-1-80.

**Tabela 1.** Localização geográfica e dados climatológicos médios do ano agrícola 2006/2007 dos locais de condução da pesquisa.

Local	Lat. (S)	Long. (W)	Alt. (m)	Precipitação anual (mm)	Temp. médias máximas (°C)	Temp. médias mínimas (°C)
Nova Porteirinha	15°48'	43°18'	533	<b>800</b>	29,3°C	16,7°C
Patos de Minas	18°34'	46°31'	900	<b>1714</b>	27,8°C	16,3°C
Uberaba	19°74'	47°93'	802	<b>1624</b>	29,1°C	16,6°C

Fonte: dados fornecidos pela EPAMIG, ano agrícola 2006/2007

As adubações de plantio e cobertura foram realizadas de acordo com os resultados das análises de solo e as recomendações para a cultura (RIBEIRO et al. 1999), sendo que em Uberaba e Patos de Minas foram utilizadas as formulações NPK 4-30-16 nas dosagens de 450 kg.ha<sup>-1</sup> e mais 200 kg de NPK 20-00-20 em cobertura. Em Nova Porteirinha foram utilizados 370 kg do formulado NPK 4-30-16 por hectare e mais 160 kg de NPK 20-00-20. Todos os experimentos foram implantados pelo sistema de plantio direto. Foram colhidos 20 capulhos perfeitos da área útil de cada parcela, retirados do terço médio da planta, para fins de análises de características agronômicas e de fibra. As amostras foram beneficiadas em descaroçador de laboratório e as fibras encaminhadas para o Laboratório de Fibra da EMBRAPA – Algodão, Campina Grande, PB.

As características avaliadas foram as agronômicas (produtividade, peso de capulho, peso de 100 sementes, índice de fibra e percentagem de fibra) e as características de qualidade de fibra (comprimento de fibra, uniformidade do comprimento, resistência de fibra, índice micronaire ou finura; alongamento de fibra, índice de fibra curta, índice de maturidade, grau de reflectância, grau de amarelecimento e índice de consistência de fiação). Para a característica produtividade de algodão em caroço, as médias de produção foram parcialmente prejudicadas pela variação do número de plantas por parcelas (“stand”) dos experimentos de Nova Porteirinha e de Patos de Minas impossibilitando uma análise confiável e assim os dados não foram apresentados. Para os demais caracteres avaliados, como adotou-se o critério de amostragem de capulhos de plantas em condições de competição normal (sem

falhas acima de 50cm), os resultados obtidos foram assim considerados representativos. Os dados foram submetidos à análise conjunta utilizando-se o programa GENES (CRUZ 2006) por meio do modelo fatorial do citado programa. Os efeitos de genótipos foram considerados fixos e os de ambiente, aleatórios, conforme sugerido por Vencovsky e Barriga (1992). No experimento de Uberaba, foram colhidas 10 plantas ao acaso por parcela para se estimar as variâncias dentro dos tratamentos e neste caso os dados foram analisados pelo procedimento de blocos casualizados, com informação dentro de parcela.

As duas metodologias usadas para análise de estabilidade e adaptabilidade foram a de Lin e Binns (1988) e a de Annicchiarico (1992), ambas aplicadas para as características nas quais foram encontradas interações genótipo *versus* ambiente significativas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 2 e 3 contêm o resultado das análises de variância conjuntas para as características

avaliadas, efetuadas após o teste de homogeneidade não ter detectado discrepâncias significativas entre as variâncias experimentais. Houve efeito significativo para ambiente (A) para a maioria dos caracteres estudados (exceto para índice micronaire), indicando diversidade entre os ambientes testados. No entanto, foram detectadas interações genótipo *versus* ambiente significativas apenas para as características índice micronaire (finura) e maturidade. Notou-se ainda a significância das variâncias genótípicas para todas as características analisadas. A não significância dos efeitos da interação revela que não existem diferenças no comportamento dos genótipos frente aos três locais experimentais. Foi realizada uma análise comparativa entre as médias obtidas pelos genótipos nas três localidades para as características que não apresentaram interações genótipos *vs* ambientes (tabelas 4 e 5). Os valores medianos encontrados para a maioria das características de fibra dos genótipos concordam com os relatados por Beltrão et al. (1999). Os coeficientes de variação experimentais obtidos foram considerados adequados.

**Tabela 2.** Resultados da análise de variância conjunta (quadrados médios, médias e coeficientes de variação) para caracteres agrônômicos de quatro cultivares e quatro genótipos de algodoeiros haplóides dobrados em três locais (Nova Porteirinha, Patos de Minas e Uberaba) em 2006/2007.

Fonte de Variação	Peso capulho (g)	Peso 100 sementes (g)	Altura plantas (cm)	Índice fibra (%)	% fibra
Genótipos	1,4 **	6,0**	243,1*	3,2 *	13,0**
Ambientes	48,0**	93,6**	13591,1**	49,3**	17,7**
G x A	0,5 ns	1,3 ns	83,3 ns	1,0 ns	2,6 ns
Média	5,7	10,7	97,7	7,3	39,6
CV (%)	11,0	9,9	7,9	12,2	4,1

\*\* e \* significativo ao nível de probabilidade de 1% e 5% respectivamente; ns: não significativo.

**Tabela 3.** Resultados da análise de variância conjunta (quadrados médios, médias e coeficientes de variação) para caracteres tecnológicos de fibra de quatro cultivares e quatro genótipos de algodoeiros haplóides dobrados em três locais (Nova Porteirinha, Patos de Minas e Uberaba), em 2006/2007.

Fonte de Variação	Compr fibra (mm)	Unifor (%)	Índ fib curta (%)	Resist (gf/tex)	Along (%)	Índice micron (ug/pol)	Matur (%)	Refl Rb	Índ amar +b	Índ Cons fiação (SCI)
Genótipo	1,8*	7,9**	14,5**	40,0**	0,5*	0,9*	9,6**	15,0*	1,4**	824,0*
Ambiente	33,4**	39,5**	134,3**	51,9**	9,3**	0,7ns	21,7* *	143,9**	32,5n s	3579**
G x A	0,8ns	1,9 ns	1,8 ns	6,9 ns	0,3ns	0,3**	3,3**	6,0 ns	0,2ns	88,5 ns
Média	28,1	82,8	10,3	28,5	8,3	3,9	84,8	76,6	8,8	131,5
CV (%)	3,0	1,4	17,1	8,4	5,3	7,4	1,1	3,3	4,8	9,3

\*\* e \* significativo ao nível de probabilidade de 1% e 5% respectivamente; ns: não significativo.

Ao se comparar o desempenho dos haplóides dobrados em relação aos parentais que lhes deram origem (tabelas 4 e 5), observou-se que o

genótipo HD-MG99403 apresentou peso de capulho, peso de 100 sementes e índice de amarelecimento (+b) superiores ao seu parental

Delta Opal. Cumpre notar que o índice de amarelecimento juntamente com o grau de refletância indicam a cor da fibra, que deve ser a mais branca possível. Assim, um maior índice +b, pode implicar em fibra ligeiramente amarelada. Para uniformidade de comprimento e índice de consistência de fiação os valores encontrados para os haplóides dobrados foram inferiores aos seus parentais. Na comparação da cv EPAMIG 4 com seu HD, a maioria das suas características agrônomicas (peso de capulho, peso de 100 sementes, índice de fibra e porcentagem de fibra) foram superiores ao seu derivado HD enquanto que para as características de fibra, o desempenho dos dois genótipos foi em geral semelhante; quanto à comparação entre o genótipo C-25-1-80 e seu HD, duas características foram superiores no HD: peso de 100 sementes e índice de Fibra, sendo as demais

consideradas semelhantes; o HD C-24-5-78 apresentou as seguintes características superiores ao seu parental: peso de capulho, peso de 100 sementes, altura de plantas, uniformidade de comprimento, índice de fibras curtas, resistência de fibra e índice de consistência de fiação.

Nota-se portanto, que os haplóides dobrados testados, em geral obtiveram valores melhorados em relação aos seus parentais originais, à exceção do HD derivado da cultivar EPAMIG 4 que apresentou deficiências. Assim, a técnica do dobramento cromossômico do complemento haplóide de genótipos de algodoeiro além de não causar em geral efeitos negativos sobre características (depressão endogâmica) aparentemente trouxe alguns benefícios em algumas delas e portanto confirma a viabilidade da técnica em programas de melhoramento da cultura.

**Tabela 4.** Médias das características agrônomicas apresentadas pelos genótipos testados nas três localidades (Uberaba, Nova Porteirinha e Patos de Minas) em 2006/2007.

Genótipos	Peso 1 capulho (g)	Peso 100 sementes (g)	Altura (cm)	Ind. fibra (%)	% Fibra
HD-MG99403	5,8 ab <sup>1</sup>	11,0 abc <sup>1</sup>	101,1 a <sup>1</sup>	7,6 ab <sup>1</sup>	40,0 ab <sup>1</sup>
HD-EPAMIG-4	5,7 bc	10,9 abcd	100,1 a	6,8 c	37,9 d
Delta Opal	5,3 cd	9,8 e	96,3 a	7,0 bc	41,0 a
HD-C-24-5-78	5,8 ab	10,5 cde	98,6 a	6,9 c	38,9 c
HD-C-25-1-80	5,7 bc	11,7 a	100,8 a	8,0 a	39,7 bc
EPAMIG-4	6,2 a	11,4 ab	99,8 a	7,8 a	40,0 ab
C-25-1-80	5,8 ab	10,5 cde	95,6 a	7,0 bc	39,3 bc
C-24-5-78	5,2 d	10,2 de	89,0 b	7,0 bc	40,1 ab

<sup>1</sup> – Médias na mesma coluna, seguidas de pelo menos uma letra em comum, não são diferentes pelo teste de Duncan protegido (5% probabilidade).

**Tabela 5.** Médias das características de fibra apresentadas pelos genótipos testados nas três localidades (Uberaba, Nova Porteirinha e Patos de Minas) em 2006/2007.

Genótipos	Compr fibra (mm)	Uniform (%)	Índ fib curta (%)	Resist (gf/tex)	Along (%)	Refl Rb	Índ amar +b	Índ cons fiação (SCI)
HD-MG99403	28,3 ab <sup>1</sup>	83,0 bc <sup>1</sup>	10,0 b <sup>1</sup>	29,2 abc <sup>1</sup>	8,1 b <sup>1</sup>	77,8 ab <sup>1</sup>	8,8abc <sup>1</sup>	134,1 b <sup>1</sup>
HD-EPAMIG-4	27,5 c	83,3 ab	9,7 b	30,4 ab	8,2 ab	75,5 c	9,1a	135,1 b
Delta Opal	28,5 a	84,0 a	9,0 b	30,9 a	8,1 b	78,5 a	8,2d	144,4 a
HD-C-24-5-78	28,5 a	83,0 bc	9,6 b	28,6 bc	8,4 ab	76,5 abc	9,0ab	136,3 b
HD-C-25-1-80	27,6 bc	82,4 cd	11,2 a	27,5 cd	8,5 a	76,5 abc	8,5cd	125,6 cd
EPAMIG-4	28,1 abc	82,9 bcd	9,9 b	28,5 bc	8,2 ab	76,2 bc	9,2a	130,6 bc
C-25-1-80	27,7 bc	82,1 de	11,3 a	26,5 d	8,4 ab	76,1 bc	8,7bc	122,3 d
C-24-5-78	28,2 ab	81,6 e	11,8 a	26,6 d	8,4 ab	75,9 bc	8,8bc	124,1 cd

<sup>1</sup> – Médias na mesma coluna, seguidas de pelo menos uma letra em comum, não são diferentes pelo teste de Duncan protegido (5% probabilidade).

Nas tabelas 6 e 7 são apresentados os resultados obtidos por meio da análise de 10 plantas dentro de parcelas, efetuada no experimento de Uberaba. Observa-se que os genótipos HD-MG 99403, HD-C-25-1-80 e HD-C-24-5-78 apresentaram, com algumas exceções, menores variâncias quando comparados com seus parentais para a maioria das características estudadas, ou seja: peso de capulho, porcentagem de fibra, comprimento de fibra, uniformidade, resistência, índice de fibra curta, grau de amarelecimento e índice de consistência de fiação. Esta baixa variabilidade pode ser atribuída à esperada maior homozigose dos HD. O genótipo HD-Epamig-4, por outro lado, apresentou-se com maior variação que seu parental (cv. Epamig-4) para a maioria das características analisadas, demonstrando provável menor homozigose do que a esperada pela sua condição de haplóide dobrado.

Considerando as duas características mais importantes de fibra, resistência e comprimento, o genótipo HD-C-25-1-80 destaca-se por ter menor variabilidade que seu parental. Para porcentagem de fibra, uma característica economicamente importante, aparece com destaque o HD-C-24-5-78. Por outro lado, para Índice micronaire (finura da

fibra) todos os tratamentos avaliados apresentaram índices maiores que seus parentais.

Algumas especulações podem ser feitas mediante os resultados obtidos pela análise dos valores e variâncias de cada um dos genótipos. Uma vez que com o fenômeno da semigamia obtêm-se indivíduos com alta homozigose na primeira geração, era de se esperar que todos os HD apresentassem variabilidade reduzida, mas, neste caso, algumas características apresentaram e outras não. Mediante este fato, algumas indagações podem ser colocadas à reflexão. Teriam, no processo de dobramento cromossômico, todas as características sofrido pressões semelhantes em direção à homozigose, ou mecanismos evolutivos de seleção natural agiriam contra a homozigose? Seriam os estoques de sementes mantidos em isolamento suficiente para evitar a polinização cruzada entre diferentes genótipos? No caso do HD-Epamig-4 poderia ter havido contaminação genética? Não foi possível à luz dos resultados deste trabalho, responder a tais especulações, porém estudos posteriores poderiam dar maiores informações para a utilização desta valiosa ferramenta metodológica de apoio aos programas de melhoramento da cultura.

**Tabela 6.** Valores mínimos, máximos e de variância por genótipo obtidos na análise da variação de 10 plantas coletadas para as variáveis: peso de capulho, percentagem de fibra, comprimento, uniformidade e resistência de fibra, no experimento de estabilidade fenotípica de genótipos de algodoeiros obtidos por semigamia, conduzido em Uberaba-MG, no ano agrícola 2006/2007.

Genótipos	Peso de Capulho (g)		Fibra (%)		Comprimento fibra (mm)		Uniformidade (%)		Resistência (gf/tex)	
	Faixa variação	variância	Faixa variação	variância	Faixa variação	variância	Faixa variação	variância	Faixa variação	variância
HD-MG99403	4,49 - 7,59	0,825	34,2 - 44,7	5,335	25,7 - 29,8	1,028	80,6 - 85,4	1,046	24,2 - 36,5	6,913
HD-EPAMIG 4	4,37 - 8,57	0,914	31,1 - 42,4	9,575	21,0 - 29,3	3,037	79,1 - 85,2	2,314	23,6 - 36,6	7,342
Delta Opal	4,66 - 8,29	0,883	37,0 - 44,9	2,753	25,9 - 30,6	1,245	79,8 - 85,7	1,510	23,1 - 36,9	5,765
HD-C-24-5-78	5,23 - 8,73	0,832	34,0 - 40,8	2,834	26,5 - 29,5	0,986	80,5 - 84,0	1,104	22,6 - 29,4	2,609
HD-C-25-1-80	4,11 - 8,14	0,868	37,4 - 44,6	2,307	25,3 - 29,4	1,112	80,4 - 84,2	0,922	25,4 - 34,5	4,126
EPAMIG - 4	4,87 - 9,03	1,452	36,2 - 45,9	2,528	25,9 - 28,8	0,615	80,7 - 84,8	0,975	24,8 - 31,5	3,330
C-25-1-80	5,10 - 9,63	1,004	33,6 - 42,9	2,524	24,0 - 29,4	1,345	78,4 - 85,3	3,779	20,6 - 33,7	8,555
C-24-5-78	4,20 - 9,34	1,020	31,7 - 44,2	5,106	26,1 - 29,9	0,901	76,6 - 82,5	2,036	22,2 - 29,8	2,732

**Tabela 7.** Valores mínimos, máximos e de variância por genótipo obtidos na análise da variação de 10 plantas coletadas para as variáveis: índice de fibra curta, índice micronaire, maturidade, grau de amarelecimento (+b) e índice de consistência de fiação do experimento de estabilidade fenotípica de genótipos de algodoeiros obtidos por semigamia, conduzido em Uberaba-MG, no ano agrícola 2006/2007.

Genótipos	Índice fibra curta (%)		Índice Micronaire (ug/pol)		Maturidade (%)		Índice amarel. +b		Índice de consistência de fiação (SCI)	
	Faixa variação	variância	Faixa variação	variância	Faixa variação	variância	Faixa variação	variância	Faixa variação	variância
HD-MG99403	6,9 - 13,8	1,968	2,6 - 4,6	0,157	81,0 - 87,0	1,707	8,3 - 10,6	0,282	114,0 - 164,0	123,3
HD-EPAMIG-4	6,5 - 20,4	6,910	3,1 - 4,8	0,215	82,0 - 87,0	2,025	7,3 - 10,7	0,501	85,0 - 163,0	229,4
Delta Opal	6,5 - 14,0	2,008	2,8 - 4,4	0,136	82,0 - 87,0	1,125	7,1 - 9,8	0,514	109,0 - 175,0	143,0
HD-C-24-5-78	8,4 - 14,8	4,337	2,4 - 4,8	0,194	80,0 - 87,0	2,181	6,9 - 10,5	0,383	106,0 - 145,0	93,3
HD-C-25-1-80	7,5 - 16,6	3,799	3,2 - 4,8	0,162	81,0 - 86,0	0,501	7,5 - 9,9	0,378	109,0 - 146,0	81,2
EPAMIG -4	7,9 - 14,7	3,177	3,0 - 4,8	0,142	82,0 - 87,0	1,262	7,1 - 11,8	0,632	107,0 - 146,0	106,6
C-25-1-80	6,9 - 19,9	8,118	3,0 - 4,3	0,101	81,0 - 85,0	1,222	7,3 - 10,4	0,518	91,0 - 155,0	318,8
C-24-5-78	10,0 - 19,2	4,908	2,7 - 4,3	0,182	81,0 - 86,0	1,592	7,0 - 9,8	0,336	90,0 - 134,0	122,7

Mediante a significância das interações genótipos x ambientes para as características índice micronaire e maturidade, procedeu-se à análise da

estabilidade por meio das metodologias de Lin e Binns (1988) e de Annicchiarico (1992) e os resultados são apresentados nas tabelas 8 e 9.

**Tabela 8.** Estimativa dos parâmetros de estabilidade segundo as metodologias propostas por Lin e Binns (1988) (P(i) e Annicchiarico (1992) ( $\omega_i$ )) para o caráter finura da fibra (Índice Micronaire) nas localidades de Nova Porteirinha, Patos de Minas e Uberaba, no ano de 2006/2007.

Genótipo	Média(g)	P(i)	$\omega_i$
HD-MG99403	4,10	0,01	104,36
HD-EPAMIG-4	4,16	0,001	105,85
Delta Opal	4,06	0,03	101,39
HD-C-24-5-78	3,59	0,27	90,44
HD-C-25-1-80	3,92	0,07	99,87
EPAMIG-4	4,00	0,04	102,34
C-25-1-80	3,80	0,15	96,07
C-24-5-78	3,47	0,33	89,04

A primeira delas apresenta os parâmetros para a característica Finura de Fibra, segundo as duas metodologias citadas. É importante ressaltar que para esta característica não é a média mais alta a responsável pelo melhor desempenho, mas sim os valores que estiverem na faixa de 3,6 a 4,8ug/.pol<sup>-1</sup> (COSTA et al. 2006), considerado ideal pela indústria. Embora esta escala tenha uma tripla interpretação de valores, sendo ideais os medianos, os parâmetros de estabilidade são considerados válidos pois nenhum valor apresentou-se maior que 4,8; o que definiria a classe de fibra grossa e, portanto, indesejável. Nota-se que os menores valores foram dos genótipos de ciclo precoce C-24-5-78, C-25-1-80, HD-C-24-5-78 e HD-C-25-1-80, respectivamente 3,47, 3,80, 3,59 e 3,92ug/.pol<sup>-1</sup>. Os demais tratamentos, de ciclo normal, apresentaram maiores médias para este índice (Delta Opal, EPAMIG-4, HD-MG99403 e HD-EPAMIG-4, com 4,06; 4,16; 4,10 e 4,00 respectivamente). Tais valores são justificados porque a fibra de algodão cresce primeiro em comprimento para depois desenvolver a espessura pela deposição de celulose. O menor período para amadurecimento da fibra no campo, dos genótipos mais precoces, leva ao menor espessamento das paredes das fibras e conseqüentemente aos menores valores do índice em questão (MACHADO 2001; LANZA 2005; COSTA et al. 2006). Pelo método de Lin e Binns, os genótipos HD-EPAMIG-4, HD-MG 99403, HD-C-25-1-80, Delta Opal e EPAMIG-4 apresentaram os valores mais baixos de P(i), respectivamente 0,001, 0,01, 0,07, 0,03 e 0,04. Os maiores valores de Pi, 0,33 e 0,27 foram respectivamente dos genótipos C-24-5-78 e do seu derivado HD-C-24-5-78, portanto, mais instáveis em relação aos ambientes de teste. Este último

resultado demonstra que a homozigose do genótipo HD aparentemente não deve ter sido responsável pela instabilidade destes materiais, pois são comparados o genótipo e seu respectivo haplóide dobrado. Para o tratamento C-25-1-80, o P(i) apresentado foi de 0,15 e seu HD-C-25-1-80 de 0,07, inferior ao parental, portanto, com estabilidade maior.

De acordo com a metodologia de Annicchiarico (parâmetro  $\omega_i$ ), apenas os genótipos de ciclo normal apresentaram desempenhos considerados superiores. Estes resultados foram influenciados diretamente pelas médias mais altas apresentadas pelos genótipos de ciclo normal. Resultados semelhantes foram encontrados por Lanza (2005), para Delta Opal. Estes resultados também concordam em sua maioria com a pesquisa de Machado (2001), na qual linhagens haplóides dobradas de ciclo precoce (HD-precoce-1 e HD-precoce-2) apresentaram índices semelhantes para finura de fibra, com P(i) altos e desempenhos inferiores em relação às linhagens de ciclo normal.

A tabela 9 contém os resultados das análises de estabilidade para a característica maturidade de fibra. Nenhum dos tratamentos apresentou valores abaixo dos exigidos pela indústria têxtil para esta característica. Observa-se que os genótipos avaliados apresentaram índices médios correspondentes às classes de fibra muito madura (>88%) e madura (83 a 76%) (COSTA et al. 2006). O tratamento HD-EPAMIG-4 seguido pelos genótipos Delta Opal, HD-MG99403 e EPAMIG-4 com P(i) 0,11, 0,24, 0,24 e 0,77 e médias de 85,66, 85,6, 85,6 e 85,06 respectivamente, foram considerados os mais estáveis. Os mais instáveis foram C-24-5-78 e seu haplóide dobrado HD C-24-5-78 com P(i) 3,64 e 2,88 e médias 83,66% e 83,93% respectivamente. Os

índices de maturidade estão diretamente relacionados com a espessura do fio e o ciclo da cultura. Pelo método de Annicchiarico os genótipos e cultivares de ciclo normal, (Delta Opal, EPAMIG-4, HD-EPAMIG-4 e HD-MG99403) destacaram-se com

índice de confiança superior a 100. Resultados semelhantes foram encontrados por Machado (2001) em linhagem de haplóides dobrados de ciclo precoce e por Lanza (2005).

**Tabela 9.** Estimativa dos parâmetros de estabilidade segundo as metodologias propostas por Lin e Binns (1988) P(i) e Annicchiarico (1992)  $\omega_i$ , para o caráter maturidade de fibra nas localidades de Nova Porteirinha, Patos de Minas e Uberaba, no ano de 2006/2007

Genótipo	Média (%)	P(i)	$\omega_i$
HD-MG99403	85,60	0,24	100,87
HD-EPAMIG-4	85,66	0,11	100,85
Delta opal	85,60	0,24	100,48
HD-C-24-5-78	83,93	2,88	98,73
HD-C-25-1-80	84,60	1,34	99,71
EPAMIG-4	85,06	0,77	100,16
C-25-1-80	84,26	2,28	99,14
C-24-5-78	83,66	3,64	98,41

Observa-se, portanto, que, em geral, os HD foram mais estáveis que as cultivares parentais nas duas características avaliadas e assim, para estas características não houve concordância com os resultados relatados por Machado et al. (2003) que detectaram possível instabilidade em tais genótipos.

## CONCLUSÕES

Não foram encontradas interações significativas Genótipo *versus* Ambiente para a maioria das características dos oito genótipos testados nos três ambientes.

Os haplóides dobrados obtiveram, em média, valores melhorados em relação aos seus parentais originais nos três locais de teste e, portanto, a técnica do dobramento cromossômico do

complemento haplóide em genótipos de algodoeiro não provocou efeitos negativos (depressão endogâmica).

Não foi confirmada a hipótese de que a maior homozigose esperada nos HD pudesse comprometer a estabilidade destes genótipos.

Três dos quatro haplóides dobrados foram menos variáveis do que seus cultivares de origem em um dos locais de teste para a maioria das características avaliadas, indicando que a metodologia da semigamia pode ser considerada eficiente para a obtenção de novos genótipos.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo financiamento do projeto.

**ABSTRACT:** The objectives of this research were: to evaluate the performance of doubled haploid genotypes as compared to their parents in three diverse environments in Minas Gerais state; to determine possible genotype-by-environment (GxE) interactions, and to estimate stability parameters when pertinent. A set of eight cotton genotypes which included doubled haploids (DH) obtained through semigamy and their respective progenitors, all developed by EPAMIG breeding program were planted in field trials conducted in the 2006/2007 growing season, at three representative locations of the regions: Triângulo Mineiro (Uberaba), Alto Paranaíba (Patos de Minas) and North (Nova Porteirinha). The experimental design used was the complete randomized-block, with five replications. The data collected comprised the characters of greater economic importance (agronomic and fiber properties). Analyses of stability were performed, when pertaining, by the methods of Annicchiarico (1992) and Lin & Binns (1988). No significant GxE interactions were found for the great majority of the characters evaluated. The double-haploids were, in general, more stable than the parental genotypes from which they were derived, which demonstrated that the semigamy method is efficient and promising for the development of new genotypes. It was not confirmed the hypothesis that the high levels of expected homozygosity of the DH genotypes could imply lesser stability over different environments. In the location of Uberaba, the DH genotypes in general presented smaller variation than their respective parents for the traits evaluated and presented improved values for the characters, thus confirming the efficiency of the method. The DH-EPAMIG-4 was more variable than its parental genotype and the other DH genotypes.

**KEYWORDS:** *Gossypium hirsutum* L. Adaptability. Genotype-by-environment.



**REFERÊNCIAS**

- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfafa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics & Breeding**, Italia, v. 46, p. 269-278, 1992.
- BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G.; AZEVEDO, D. M. P.; NOBREGA, L. B.; VIEIRA, D. J. Qualidade extrínseca do algodão brasileiro e, em especial do nordeste: situação atual e como melhorá-lo. In: BELTRÃO, N. E. M. (ORG). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-CNPA, 1999. p. 935-992.
- CARVALHO, L. P.; COSTA, J. N. ; SANTOS, J. W. ; ANDRADE, F. P. Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 30, n. 2, p. 207-213. 1995.
- COSTA, J. N.; SANTANA, J. C. F.; WANDERLEY, M. J. R.; ANDRADE, J. E. O.; SOBRINHO, R. E. Padrões universais para classificação do algodão. **Documentos**, 151. Embrapa, Campina Grande, 2006. 24p.
- CRUZ, C. D. **Programa genes - biometria**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2006. 382p.
- CRUZ C. D; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV, Viçosa, 390p. 2001
- FALLIERI, J. **The use of semigamy in cotton breeding**. 1977. 142f. Tese (Ph. D. Agronomy) - Mississippi State University. Department of Agronomy. Starkville, MS. 1977.
- FALLIERI, J.; LANZA, M. A. Genótipos de algodoeiro obtidos via semigamia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2, 1999, Ribeirão Preto, SP. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 1999. p. 601-602.
- FARIAS, F. J. C.; **Parâmetros de estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* l. r. *latifolium*) avaliadas na região Nordeste no período de 1981 - 1992**. 1995. 89f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1995.
- GUPTA, P. K., 1999. Haploidy in higher plants. In: **Cytogenetics**. Rastogi Publication, Shivaji, 1999. p. 116-119.
- LANZA, M. A.; **Adaptabilidade e Estabilidade do Algodoeiro Herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) no Estado de Minas Gerais**. 2005. 62f. il. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2005.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A method of analysing cultivars x location x year experiments: a new stability parameter. **Theoretical Applied Genetics**, Berlim, v. 76, p. 425-430, 1988.
- MACHADO, J. R. A.; **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de algodão *Gossypium hirsutum* L. avaliados em Minas Gerais**. 2001. 126f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genética de plantas), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.
- MACHADO, J. R. A.; PENNA, J. C. V.; FALLIERI, J.; SANTOS, P. G.; LANZA, M. A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de algodoeiro para características tecnológicas de fibra. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande. v. 7, n. 1, p. 641-651. 2003.
- MEREDITH, W. R. Inbreeding depression of selected F3 cotton progenies. **Crop Science**, Madison, v.19:86-88. 1979.
- ORTIZ, R. Potato breeding and ploidy manipulation. In: **Plant Breeding Reviews**. v. 16, John Wiley & Sons Inc. Oxford. 2010. doi: 10-1002/978040650110.ch2

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

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES V. V. H. (Eds.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

SANTANA, J. C. F.; CAVALCANTI, F. B.; SANTOS, E. O. Parâmetros de estabilidade na comparação de cultivares de algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 261-267, 1983.

SEITZ, G. The use of doubled haploids in corn breeding. In **Proceedings 41st Annu. Illinois**

**Corn Breeders School**, 7-8 Mar. 2005, Urbana, IL. 2005. p.1-7.

TURCOTTE, E. L.; FEASTER, C. V. Haploids; high frequency production from single-embryo seeds in a line of Pima cotton. **Science**, n. 140, p. 1407-8, 1963.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 1992, 486 p.

YOUNG, E. F.; MURRAY, J. C. Heterosis and inbreeding depression in diploid and tetraploid cotton. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 436-438.1966.