



ESTIMATIVAS DOS COMPONENTES DE VARIÂNCIA E DEPRESSÃO ENDOGÂMICA EM PROGÊNIES DE ALGODÃO COLORIDO ORIUNDAS DE POLINIZAÇÕES LIVRE E AUTOPOLINIZAÇÕES¹

Murilo Barros Pedrosa (Fundação Bahia / fundacaoba.algodao@aiba.org.br), Fanuel Pereira da Silva (Universidade Federal do Ceará – UFC), Eleusio Curvelo Freire (Cotton Consultoria), João Ribeiro Crisóstomo (Embrapa Agricultura Tropical), Francisco José A. F. Távora (UFC), João Bosco Pitombeira (UFC), José Wellington dos Santos (Embrapa Algodão), João Luis da Silva Filho (Embrapa Algodão).

RESUMO - A cultivar BRS 200 de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) desenvolvida pelo Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Embrapa Algodão) produz fibras naturalmente marrons. Embora tenham sido publicados muitos estudos sobre estimação de componentes genéticos com o algodoeiro, não há registros com os algodoeiros de fibras coloridas. O algodão geralmente é considerado uma planta de sistema reprodutivo misto, com taxas variáveis de polinização cruzada, sendo a maioria das cultivares constituída por uma mistura de linhas puras e plantas de polinização livre. Com o objetivo de estimar parâmetros genéticos no algodoeiro colorido, foram estudadas 81 progênies oriundas de autopolinização (AP) e de polinização livre (PL) obtidas a partir das mesmas matrizes. Isto resultou em diferentes valores de parâmetros genéticos e depressão endogâmica, para os caracteres agrônômicos e tecnológicos de fibras estudados. Os valores dos quadrados médios para progênies AP foram superiores aos das progênies PL indicando a variabilidade genética existente, bem como seu potencial para seleção. As variâncias genética ($\hat{\sigma}_g^2$) e fenotípica ($\hat{\sigma}_f^2$) estimadas para progênies AP foram superiores as das progênies PL, refletindo o incremento da variância genética aditiva causada pela endogamia. Este resultado pode indicar que a seleção seria mais eficiente entre as progênies autopolinizadas.

Palavras-chave: algodão colorido, componentes da variância, autogamia parcial, depressão endogâmica.

INTRODUÇÃO

O algodoeiro produz a fibra de maior importância econômica, não só pelo volume, como também pelo valor da produção, sendo seu cultivo, no Brasil, de grande importância econômica e social.

A escassez de informações da estrutura genética de populações de algodoeiro colorido estimulou a presente pesquisa, que objetivou estudar uma população oriunda da cultivar de algodoeiro colorido BRS 200 – Marrom, com relação às estimativas de parâmetros genéticos, para subsidiar o programa de melhoramento deste tipo de algodoeiro.

A obtenção de estimativas de parâmetros genéticos é fundamental porque permite identificar a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos, e assim tornar possível a avaliação da eficiência de diferentes estratégias do melhoramento para obtenção de ganhos

¹ Parte da tese de Doutorado do primeiro autor, apresentada a Universidade Federal do Ceará-UFC, realizada com apoio da Embrapa Algodão.



genéticos e manutenção de uma base genética adequada (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Essas estimativas possibilitam a interpretação das propriedades genéticas e o potencial de seleção da população em estudo.

A depressão causada pela endogamia é um fenômeno decorrente da redução da heterozigotia em locos cujos alelos apresentam algum grau de dominância, desconsiderando-se os efeitos epistáticos (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Dessa forma, espera-se que a depressão seja maior em populações mais heterozigóticas.

No presente trabalho foram estudadas dois tipos de progênies na população original da cultivar de algodoeiro BRS 200, com o objetivo de estimar parâmetros genéticos entre progênies oriundas de PL e AP do algodoeiro colorido, para subsidiar futuros programas de melhoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado com progênies de algodoeiro oriundas de capulhos de PL e progênies oriundas de capulhos AP, obtidas aos pares numa mesma planta da cultivar de algodoeiro colorido BRS 200. As progênies resultantes de PL foram obtidas de frutos de polinização aberta, enquanto as AP foram obtidas após uma geração de autopolinização manual. Essas progênies foram autopolinizadas durante os meses de março e abril do ano de 2003 na Estação Experimental de Missão Velha – CE, pertencente a Embrapa Algodão. Os ensaios com as progênies de PL e AP foram plantados no mês de julho de 2003, em regime de irrigação. Os ensaios foram instalados no delineamento de látice quadrado 9 x 9 com três repetições, conforme Cochran e Cox (1957), sendo cada parcela formada por uma fileira de 5m com duas plantas por cova no espaçamento de 0,90 x 0,20m. A partir das informações contidas na análise da variância, obtidas para cada grupo de progênie, foram calculadas as estimativas da variância fenotípica, coeficientes de variações genética, fenotípica e experimental.

A depressão endogâmica calculada para as progênies AP, correspondeu ao desvio médio entre as progênies AP em relação às progênies de PL. Com a finalidade de verificar se as médias das características das progênies AP diferiram estatisticamente das médias das progênies de PL aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, utilizou-se o teste “t”, conforme sugerido por Pereira (1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os valores dos quadrados médios da análise da variância, a média geral e o coeficiente de variação experimental para os caracteres agrônômicos e tecnológicos de fibra estudados nas progênies de PL e AP. Pelo exame destas Tabelas, verifica-se que houve variabilidade em todos os caracteres para as progênies de PL e AP, evidenciados através da significância ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Isto indica que as diferenças genéticas existentes entre as plantas-mãe, que neste caso foram refletidas através do comportamento das progênies avaliadas, mostrando, portanto, potencial a ser explorado num programa de melhoramento através da seleção. Observa-se que em todos os caracteres estudados, os valores do quadrado médio para progênies AP, foram superiores aos das progênies de PL, estas diferenças podem estar relacionadas à depressão endogâmica, visto que o aumento da endogamia acentua as diferenças entre as progênies.

De modo geral os ensaios foram considerados como de boa precisão experimental, uma vez que foram pequenas as diferenças entre os valores dos coeficientes de variação, os quais situaram-se entre valores classificados como médios a baixos, com poucos valores considerados altos.

A partir da análise da variância apresentada nas Tabelas anteriores, foram estimados os parâmetros genéticos. Na Tabela 3 constam as estimativas referentes as variâncias genéticas entre as



progênies de PL, entre progênies AP e a relação entre essas progênies; as estimativas da variância ambiental e fenotípica entre progênies de PL e progênies AP, para os caracteres de fibra estudados. Observa-se que os valores das variâncias genéticas em todos os caracteres estudados foram superiores as variâncias fenotípicas. Estas diferenças entre progênies de PL e AP comprovam a estrutura heterozigótica da cultivar de algodoeiro BRS 200, indicando que a seleção entre médias das progênies AP, provavelmente, deverá ser mais eficiente do que a seleção com base na média das progênies de PL.

Apesar da superioridade das variâncias genéticas das progênies AP, verifica-se que em termos de magnitude as diferenças entre progênies de PL e AP não foram tão acentuadas para a maioria dos caracteres, conforme observou-se na relação entre os dois tipos de progênies, onde os valores variaram de 1,47 a 3,14. Este fato pode ser decorrente da própria estrutura de reprodução do algodoeiro, uma vez que as progênies de PL são parcialmente endogâmicas.

Em todos os caracteres estudados, as variâncias $\hat{\sigma}_F^2 PL$ e $\hat{\sigma}_F^2 AP$ foram superiores às suas respectivas variâncias genéticas, fato este esperado, pois nas variâncias fenotípicas estão incluídos as variâncias genéticas e ambientais. Contudo, as magnitudes dos valores são baixas, visto que as variâncias ambientais não foram tão acentuadas na maioria dos caracteres. Comparando-se os valores da estimativa da variância fenotípica nos dois tipos de progênies, verifica-se que todos os valores para variância $\hat{\sigma}_F^2 AP$ foram superiores a variância $\hat{\sigma}_F^2 PL$. Esperávamos o contrário deste resultado pelo fato das progênies AP apresentarem maior número de genes em homozigose com relação às progênies de PL, contudo este é mais um indicativo de que a seleção deverá ser mais eficiente entre as progênies AP.

Em relação a variância ambiental, observa-se que, a exceção dos caracteres índice de fibras curtas e resistência, os valores para $\hat{\sigma}_e^2 PL$ foram superiores a $\hat{\sigma}_e^2 AP$ o que é um indicativo de uma maior variação dentro das progênies de PL. Provavelmente essa variação seria menor caso a amostragem tivesse sido realizada em um maior número de plantas dentro da parcela. Contudo, a diferença entre os valores apresentados por essas progênies para variância ambiental foram baixos, indicando a provável influência do ambiente sobre as características de fibra do algodoeiro.

De acordo com Pedrosa (2005) neste tipo de estudo fica evidente que a avaliação de populações de algodoeiro, usando-se dois tipos de progênies, proporcionou um bom conhecimento de suas propriedades genéticas e, conseqüentemente, do seu potencial para seleção. O estudo desses dois tipos de progênies poderá ser utilizado no início de um programa de melhoramento, até porque, esses tipos de progênies são normalmente obtidas no algodoeiro, proporcionando assim um melhor conhecimento da população.

Na Tabela 4 estão apresentadas às médias das progênies de PL e AP, a depressão endogâmica média das progênies AP e a amplitude da depressão para os caracteres estudados. As médias apresentadas para os caracteres percentagem de fibra, peso de um capulho, uniformidade, índice de fibra curta, resistência e micronaire das progênies de PL foram superiores às progênies AP, indicando a presença de depressão endogâmica nas progênies AP em relação às de PL. Já os caracteres alongação e comprimento apresentaram médias superiores para as progênies AP, podendo-se inferir que para essas características não houve depressão. Contudo, apenas os caracteres peso de capulho, índice de fibras curtas e alongação foram os que apresentaram depressão significativa, avaliadas pelo teste t para variâncias homogêneas. Esses valores significativos podem ser o reflexo da baixa pressão de seleção para esses caracteres. Já os valores de depressão média apresentados para os caracteres percentagem de fibras, resistência, micronaire e comprimento, provavelmente são o reflexo da alta pressão de seleção. A depressão média indica apenas parte da informação necessária para se avaliar os efeitos da endogamia. Essa tabela também demonstra a amplitude da depressão, ou seja, o menor e o maior valor encontrado. Os valores para índice de fibra curta, peso de capulho,



resistência e micronaire, respectivamente de 45,19%, 23,81%, 20,25% e 17,07% demonstram a existência de depressão elevada, apresentando também altos valores negativos para depressão. Estas discrepantes amplitudes de valores podem demonstrar que quando autopolinizadas, algumas progênies exibiram diferentes graus de depressão ou até mesmo ausência, tornando assim evidente a existência de plantas com genótipos superiores, que podem ser homozigotas para vários alelos favoráveis, podendo conduzir poucos alelos deletérios, sofrendo pouca ou nenhuma depressão devido a autopolinização ou outra forma de endogamia, podendo existir plantas fenotipicamente superiores, mas que poderão ser heterozigotas e por isso apresentaram depressão endogâmica.

Young e Murray (1966) atribuíram a ocorrência de depressão endogâmica no algodoeiro, ao seu caráter poliplóide e ao desenvolvimento de genomas típicos de plantas autógamias durante o processo de domesticação.

A redução observada na média das progênies AP reflete parte da depressão possível no algodoeiro, pois as progênies de PL são constituídas por indivíduos autopolinizados e cruzados. Considerando-se a dominância dos genes, espera-se que os indivíduos cruzados tenham média superior aos autopolinizados e, portanto, espera-se uma baixa percentagem de depressão. Nas plantas autopolinizadas artificialmente só existirá depressão endogâmica se a planta mãe for heterozigota.

CONCLUSÕES

- Os valores mais elevados para a variância genética das progênies autopolinizadas reflete a endogamia nessas progênies, resultando em incremento da variância genética aditiva;
- A superioridade em valores para variâncias genéticas e fenotípicas nas progênies autopolinizadas indicam que a seleção praticada neste tipo de progênies deverá ser mais eficiente.

CONTRIBUIÇÃO PRÁTICA E CIENTÍFICA DO TRABALHO

O estudo da genética básica é de grande valia em um programa de melhoramento, para subsidiar com informações que irão auxiliar na condução do programa, incluindo a seleção, avaliação e tomada de decisões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COCHRAN, W. G.; COX, G. M. *Experimental designs*, 2. ed. New York: J. Wiley, 1957. 611p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P.C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v. 2, 2003. 585p.il.
- PEDROSA, M. B. **Potencial genético para seleção de uma população de algodoeiro de fibra colorida**. 2005. 78f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- PEREIRA, M. B. **Comparação de métodos de seleção em populações parcialmente autógamias**. 1989. 147f. Tese (Doutorado) - ESALQ/USP, Piracicaba, SP.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.
- YOUNG JR., E. F. MURRAY. Heterosis and inbreeding depression in diploid and tetraploid cottons. **Crop Science**, v. 6, p. 436-438. 1966.



Tabela 1. Análise da variância simples para os caracteres percentagem de fibra (%fibra), peso de 1 capulho (PCap), uniformidade (UNF), índice de fibra curta (SFI), média geral e coeficiente de variação experimental (CV) para as progênes de polinização livre (PL) e autopolinizadas (AP). Barbalha – CE, 2003.

F.V.	Quadrados médios das características de fibras das progênes									
	G.L.		%Fibra		PCap		UNF		SFI	
	PL	AP	PL	AP	PL	AP	PL	AP	PL	AP
Replicação	2	2	36,7468	73,7572	0,2811	1,8386	64,1159	6,5131	55,2744	124,5609
Blocos/Rep (ajust)	24	24	5,9256	3,6332	0,5010	0,2748	2,9226	0,9767	9,7172	2,5100
Progên. (não ajust.)	80	80	18,8896**	24,4846**	0,4940**	0,9343**	4,2850**	6,3344**	6,2999**	8,8340**
Resíduo	136	136	3,5165	2,2037	0,2268	0,2153	1,7079	1,0571	3,3080	3,6459
Total	242	242								
Média			38,40	38,28	4,07	3,94	82,81	82,59	7,97	6,99
C.V.(%)			4,88	3,88	11,71	11,77	1,58	1,24	22,82	27,33

* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Análise da variância simples para os caracteres resistência (STR), alongação (ELG), finura – índice micronaire (MIC), comprimento da fibra (Comp), média geral e coeficiente de variação experimental (CV) para as progênes de polinização livre (PL) e autopolinizadas (AP). Barbalha – CE, 2003.

F.V	Quadrados médios das características de fibras das progênes									
	G.L		STR		ELG		MIC		Comp	
	PL	AP	PL	AP	PL	AP	PL	AP	PL	AP
Replicação	2	2	11,0826	28,3784	1,5291	0,1877	0,3857	0,7577	0,6700	7,6489
Blocos/Rep (ajust)	24	24	4,2919	1,9812	0,1721	0,3143	0,0734	0,0832	1,2541	0,8436
Progên. (não ajust.)	80	80	17,1274**	26,9231**	1,5147**	2,4122**	0,3699**	0,6503**	4,1010**	5,8810**
Resíduo	136	136	3,6532	3,7078	0,3253	0,3077	0,0814	0,0692	1,2942	0,6549
Total	242	242								
Média			27,43	27,33	6,78	6,90	4,53	4,49	26,89	27,00
C.V.(%)			6,97	7,05	8,41	8,04	6,30	5,87	4,23	3,00

* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.



Tabela 3. Estimativas das variâncias genéticas ($\hat{\sigma}_g^2$) e fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$) ao nível de média de família, e variância ambiental ($\hat{\sigma}_e^2$) entre progênes de polinização livre e autopolinizadas, e a relação entre a variância genética das progênes autopolinizadas e de polinização livre, obtidas a partir das análises da variância individual e dos produtos médios para os caracteres de fibra estudados. Barbalha – CE, 2003.

Caracteres	Estimativa da Variância						
	$\hat{\sigma}_g^2 PL$	$\hat{\sigma}_g^2 AP$	$\hat{\sigma}_e^2 PL$	$\hat{\sigma}_e^2 AP$	$\hat{\sigma}_F^2 PL$	$\hat{\sigma}_F^2 AP$	$\hat{\sigma}_g^2 AP / \hat{\sigma}_g^2 PL$
% Fibra	5,00390	7,35550	3,51651	2,20370	6,127479	7,785376	1,469953
Pcap	0,07536	0,23670	0,22677	0,21526	0,165212	0,324375	3,140924
UNF	0,79828	1,76314	1,70794	1,05706	1,430866	2,11484	2,208674
SFI	0,67686	1,78618	3,30799	3,64588	2,187574	3,159461	2,638921
STR	4,45945	7,28476	3,65321	3,70781	6,258073	8,891133	1,633556
ELG	0,40412	0,70120	0,32533	0,30766	0,533563	0,805852	1,735128
MIC	0,09658	0,19300	0,08143	0,06923	0,126623	0,215421	1,998343
COMP	0,93761	1,73262	1,29417	0,65487	1,433516	2,088668	1,847911

$\hat{\sigma}_g^2 PL$ - Correspondem as covariâncias entre irmãs PL

$\hat{\sigma}_g^2 AP$ - Correspondem as covariâncias entre irmãs AP

Tabela 4. Média, depressão endogâmica média e amplitude da depressão, apresentadas pelas progênes PL e AP para os oito caracteres estudados. Barbalha – CE, 2003.

Caracteres	Médias por progênie		Depressão Média %	Amplitude da Depressão	
	PL	AP		Maior valor %	Menor valor %
% Fibra	38,4	38,3	0,33 ^{ns}	13,24	-10,81
PCap	4,1	3,9	3,04 ^{**}	23,81	-17,50
UNF	82,8	82,6	0,25 ^{ns}	4,64	-2,34
SFI	8,0	7,0	11,15 ^{**}	45,19	-44,44
STR	27,4	27,3	0,38 ^{ns}	20,25	-12,32
ELG	6,8	6,9	-1,78 [*]	10,96	-26,92
MIC	4,5	4,5	0,85 ^{ns}	17,07	-13,95
COMP	26,9	27,0	-0,64 ^{ns}	8,90	-11,11

* e ** - Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t; ns – não significativo pelo teste t.