



## SELEÇÃO PARA MÚLTIPLAS CARACTERÍSTICAS NO ALGODOEIRO \*

Flávio Rodrigo Gandolfi Benites (Embrapa Algodão/[flaviobenites@cnpa.embrapa.br](mailto:flaviobenites@cnpa.embrapa.br)),  
Murilo Barros Pedrosa (Fundação Bahia), Camilo de Lelis Morello (Embrapa Algodão).

**RESUMO:** A utilização de índices de seleção é indicada para a seleção de múltiplas características em um programa de melhoramento. Desta forma foram avaliadas 12 linhagens - CNPA BA 02 – 2476, CNPA BA 03 – 2396, CNPA BA 03 – 2059, CNPA BA 03 – 2133, CNPA BA 04 – 313, CNPA BA 04 – 319, CNPA BA 04 – 336, CNPA BA 04 – 1469, CNPA BA 04 – 3315, CNPA BA 04 – 223, CNPA BA 04 – 241 e CNPA BA 04 – 322 e três testemunhas - Delta Opal, BRS Camaçari e BRS 286 em dois ambientes no estado da Bahia. Foram realizadas a seleção para múltiplas características observando-se apenas os dados experimentais e usando o índice de Mulamba e Mock. Houve ganho de seleção utilizando ambos métodos seletivos.

**Palavras-chave:** índice de seleção, Mulamba e Mock e ganho de seleção.

### INTRODUÇÃO

Com a introdução do cultivo do algodoeiro no cerrado brasileiro, houve a necessidade do desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições deste bioma. Em um programa de melhoramento genético de algodoeiro são consideradas inúmeras características, relacionadas a produção, sanidade e qualidade de fibra. Essas características são: produtividade superior a 300 arrobas (@)/ha, rendimento de fibra superior a 40%, resistência às doenças (viroses, mancha de ramularia, bacteriose), ciclo médio a precoce (130 – 160 dias), resistência de fibra superior a 28 gf/tex, finura na faixa de 3,7 – 4,2 (micronaire), fibras de comprimento médio a longo (30 – 34mm), entre outros caracteres tecnológicos de fibra compatíveis com as necessidades da indústria têxtil (elongamento, reflectância, fiabilidade, amarelecimento entre outros) Morello et al. (2006), Freire e Costa, (1999).

\* Trabalho realizado pela parceria Embrapa Algodão/ Fundação BA /EBDA, com recursos financeiros do FUNDEAGRO.

A seleção com base em uma, ou em poucas características, conduz a um produto final superior em relação apenas aos caracteres selecionados, mas com desempenho não tão favorável em relação aos vários outros caracteres não considerados durante a prática seletiva, além das dificuldades devido a correlações negativas entre os caracteres de interesse. Assim, uma maneira de se aumentar a chance de êxito de um programa de melhoramento com foco em múltiplos caracteres é através da seleção simultânea do conjunto de caracteres. Para tal objetivo, a utilização da teoria do índice de seleção parece ser uma alternativa eficiente, pois permite combinar as múltiplas informações contidas na unidade experimental, de modo que seja possível a seleção com base em um complexo de variáveis que reúna vários atributos de interesse. Desse modo, o índice de seleção constitui-se num caráter adicional, estabelecido pela combinação linear ótima de vários caracteres, que permite efetuar, com eficiência, a seleção simultânea (CRUZ et al., 2006). Vários índices são descritos na literatura e maiores detalhes podem ser encontrados em Cruz et al., 2004.

Farias et al. (2005) compararam os índices de seleção propostos por Mulamba e Mock (1978) e Garcia (1998) na cultura do algodoeiro. As duas metodologias forneceram praticamente os mesmos resultados com a seleção de genótipos superiores. Os autores sugerem a utilização da metodologia proposta por Garcia (1998) por estar embasada por testes estatísticos em relação a de Mulamba e Mock (1978). Porém, há o inconveniente da metodologia proposta por Garcia (1998) não possuir um programa estatístico que facilite sua utilização.

No presente trabalho objetivou-se comparar os resultados obtidos com a seleção praticada pelos melhoristas do programa de melhoramento do algodoeiro da Embrapa, Fundação BA e EBDA para o Estado da Bahia, baseada nos dados experimentais de oito características, com os resultados utilizando-se o índice de Mulamba e Mock (1978), de modo a averiguar a eficiência dessa ferramenta na seleção de linhagens com múltiplas características de interesse

## MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2007/08 foram conduzidos dois ensaios estaduais de fibra médias, nas localidades de São Desidério e Barreiras, nas condições do cerrado do Estado da Bahia. Os experimentos foram conduzidos com preparo do solo e cultivo convencional e em regime de sequeiro. Fizeram parte desses ensaios as cultivares Delta Opal, BRS Camaçari e BRS 286, utilizadas como testemunhas e mais 12 linhagens: CNPA BA 02 – 2476, CNPA BA 03 – 2396, CNPA BA 03 – 2059, CNPA BA 03 – 2133, CNPA BA 04 – 313, CNPA BA 04 – 319, CNPA BA 04 – 336, CNPA BA 04 – 1469, CNPA BA 04 – 3315, CNPA BA 04 – 223, CNPA BA 04 – 241 e CNPA BA 04 – 322.

Os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas de quatro linhas de cinco metros, com espaçamento de 0,76m entre linhas e 7 a 8 plantas/m, tendo como área útil as duas linhas centrais. Os caracteres avaliados foram: produtividade de caroço (R@) - @/ha, produtividade de pluma (RP) - @/ha, porcentagem de fibra (%F) e os caracteres tecnológicos de fibra, comprimento de fibra (COMP) - mm, uniformidade (UNIF) - %, resistência (RES) – gf/tex, alongação (ELON) - % e índice maicronaire (MIC). Todos os caracteres tecnológicos foram obtidos pelo aparelho HVI.

Foi realizado o teste de Lilliefors em cada um dos dois ambientes, para verificar a normalidade dos dados. Foi realizada a análise conjunta dos experimentos utilizando-se o modelo estatístico:  $Y_{ijk} = B_k + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$ . Foram considerados os ambientes (A) e os genótipos (G) como efeito fixo. A seleção realizada pelos melhoristas foi feita com os resultados das análises individuais e conjunta. Para cada característica de interesse, verificou-se o desempenho das respectivas linhagens e das testemunhas, eliminando-se as linhagens com comportamento inferior ao desejado ou fora do padrão. Na tomada de decisão, também levou-se em consideração as observações realizadas durante a condução experimental.

Foi também utilizado para a seleção o índice de Mulamba e Mock (1978). Este índice não faz uso das matrizes de variâncias e covariâncias fenotípicas e genotípicas. O método consiste em classificar as linhagens em relação a cada um dos caracteres em ordem favorável ao melhoramento, estabelecido pelo melhorista. Uma vez classificadas são somadas as ordens de cada linhagem, referentes a cada caráter, resultando em uma medida adicional tomada como índice de seleção.

Foi utilizado como peso econômico para o índice de seleção o coeficiente de variação genético, como sugerido por Cruz et al., (2006). Foi utilizada a expressão  $GS = (M_s - M_o) \times h^2$ , para estimar o ganho por seleção para cada característica e a expressão  $GS(\%) = GS/M_o \times 100$ ; para estimar o ganho por seleção em porcentagem. Foi utilizado o programa GENES para realizar todas as análises relacionadas acima (CRUZ, 2001).

Foram selecionadas sete linhagens pelo índice de seleção e pela avaliação dos melhoristas para comparação dos ganhos entre os dois métodos seletivos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de normalidade realizada pelo teste de Lilliefors mostraram que os dados se adequam a distribuição normal. Na Tabela 1 esta apresentado o resumo da análise de variância conjunta, as médias para cada característica, as herdabilidades, CV (%), CV genético (CVg) e a relação CVg e CV ambiental (CVa). Apenas não houve diferença estatística entre os tratamentos

detectada pelo teste de F a 1% de probabilidade nas características produtividade de caroço (R@) e rendimento de fibra (RF).

**Tabela 1** – Resumo da análise de variância conjunta nos dois ambientes, médias, CV (%), CVg, herdabilidade ( $h^2$ ), relação CVg/CVa nas safras 2007/2008.

QM	F	R@		RF		%F		COMP(mm)	
		QM	F	QM	F	QM	F	F.V	G.L
BI	3	2728,50		539,27		0,5432		0,7423	
Trat**	14	8053,88	1,35 ns	1882,71	1,64 ns	13,79	12,06	3,89	4,16 **
Amb	1	187567,48	31,45 **	38891,16	33,91 **	3,71	3,24 ns	7,61	8,14 **
Trat x Amb <sup>ns</sup>	14	5963,25	1,41 ns	1146,56	1,40 ns	1,14	1,14	0,9344	2,20 **
Resid	87	4216,25		813,64		0,9959		0,4232	
Med		354,27 @/ha		153,43 @/ha		43,25		31,13	
CV(%)		18,32		18,59		2,20		2,08	
CVg		4,563		6,25		2,90		1,95	
$h^2$		25,95		39,10		91,71		75,99	
CVg/CVa		0,249		0,336		1,260		0,9348	
QM	F	UNIF		RES		ELON		MIC	
		QM	F	QM	F	QM	F	F.V	GL
BI	3	3,52		10,1		0,3405		0,1098	
Trat	14	1,94	3,73 **	11,56	2,94 **	0,8674	4,30 **	0,2960	6,43 **
Amb	1	0,0333	0,0640 ns	2,24	0,5714 ns	6,91	34,30 **	1,65	35,98 **
Trat x Amb <sup>ns</sup>	14	0,5204	0,7950	3,92	2,00 **	0,2014	1,87 **	0,0460	1,02 ns
Resid	87	0,6546		1,95		0,1073		0,0450	
Med		84,73		30,36		7,99		4,64	
CV		0,9548		4,60		4,09		4,57	
CVg		0,4978		3,21		3,60		3,80	
$h^2$		73,22		66,09		76,77		84,44	
CVg/CVa		0,5214		0,699		0,8807		0,8325	

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

Na Tabela 2 é mostrado as médias das três testemunhas e das 12 linhagens avaliadas. Essa tabela serviu de base para a seleção realizada pelos melhoristas, onde foi selecionado através desses dados sete linhagens. O critério de seleção foi realizado observando-se as médias das linhagens avaliadas e as comparando com as médias das testemunhas. Pode-se observar pelos dados da Tabela 2 que as linhagens CNPA BA 03 – 2396, CNPA BA 03 – 2059 e CNPA BA 04 – 241 obtiveram os melhores resultados em relação aos caracteres agrônômicos.

Na Tabela 3 é mostrado as médias das sete linhagens selecionadas pelos melhoristas, e os ganhos de seleção para cada característica. Os ganhos de seleção foram de pequena magnitude. Para as características comprimento de fibra e resistência de fibra, os ganhos foram negativos de – 0,39 e – 0,45, respectivamente. Pode-se observar que as linhagens que se destacaram com médias elevadas em relação aos caracteres de produção mostrada na Tabela 2, foram selecionadas. O ganho de seleção para todas as característica em percentagem realizado pela seleção dos melhoristas foi de 3,03 %.

**Tabela 2** – Médias dos oito caracteres avaliados nas 12 linhagens e três testemunhas nos dois ambientes, safra 2007/2008.

Linhagens	R@ +	RP +	%F +	COMP	UNIF	RES	ELON +	MIC
Delta Opal <sup>b</sup>	351,71 <sup>a</sup>	150,94 <sup>a</sup>	42,87	31,65 <sup>a</sup>	84,38 <sup>a</sup>	30,91 <sup>a</sup>	8,25 <sup>a</sup>	4,77 <sup>a</sup>
BRS Camaçari <sup>b</sup>	317,02 <sup>a</sup>	130,88 <sup>a</sup>	41,24	31,30 <sup>b</sup>	84,16 <sup>a</sup>	30,43 <sup>a</sup>	8,30 <sup>a</sup>	4,72 <sup>a</sup>
BRS 286 <sup>b</sup>	367,52 <sup>a</sup>	157,43 <sup>a</sup>	42,75	31,01 <sup>b</sup>	84,51 <sup>a</sup>	28,83 <sup>b</sup>	8,38 <sup>a</sup>	4,42 <sup>b</sup>
CNPA BA 02 – 2476 <sup>b</sup>	297,53 <sup>a</sup>	126,64 <sup>a</sup>	42,53	32,67 <sup>a</sup>	85,45 <sup>a</sup>	30,67 <sup>a</sup>	8,46 <sup>a</sup>	4,56 <sup>b</sup>
CNPA BA 03 – 2396 <sup>b</sup>	397,18 <sup>a</sup>	170,43 <sup>a</sup>	42,30	30,22 <sup>b</sup>	84,81 <sup>a</sup>	29,63 <sup>b</sup>	7,61 <sup>b</sup>	4,72 <sup>a</sup>
CNPA BA 03 – 2059 <sup>a</sup>	390,10 <sup>a</sup>	171,00 <sup>a</sup>	43,80	30,19 <sup>b</sup>	84,27 <sup>a</sup>	29,21 <sup>b</sup>	7,76 <sup>b</sup>	4,93 <sup>a</sup>
CNPA BA 03 – 2133 <sup>a</sup>	334,63 <sup>a</sup>	154,48 <sup>a</sup>	46,60	30,86 <sup>b</sup>	84,87 <sup>a</sup>	28,31 <sup>b</sup>	8,23 <sup>a</sup>	4,50 <sup>b</sup>
CNPA BA 04 – 313 <sup>b</sup>	335,08 <sup>a</sup>	140,59 <sup>a</sup>	41,96	31,65 <sup>a</sup>	85,68 <sup>a</sup>	32,35 <sup>a</sup>	7,71 <sup>b</sup>	4,56 <sup>b</sup>
CNPA BA 04 – 319 <sup>b</sup>	348,88 <sup>a</sup>	149,76 <sup>a</sup>	42,85	30,76 <sup>b</sup>	84,93 <sup>a</sup>	32,07 <sup>a</sup>	7,57 <sup>b</sup>	4,80 <sup>a</sup>
CNPA BA 04 – 336 <sup>b</sup>	343,89 <sup>a</sup>	149,54 <sup>a</sup>	43,46	30,89 <sup>b</sup>	84,81 <sup>a</sup>	31,33 <sup>a</sup>	7,58 <sup>b</sup>	4,70 <sup>a</sup>
CNPA BA 04 – 1469 <sup>a</sup>	337,25 <sup>a</sup>	152,19 <sup>a</sup>	44,99	30,95 <sup>b</sup>	85,01 <sup>a</sup>	30,56 <sup>b</sup>	8,16 <sup>a</sup>	4,60 <sup>b</sup>
CNPA BA 04 – 3315 <sup>b</sup>	330,20 <sup>a</sup>	141,41 <sup>a</sup>	43,03	30,89 <sup>b</sup>	83,81 <sup>a</sup>	29,78 <sup>b</sup>	7,96 <sup>a</sup>	4,37 <sup>b</sup>
CNPA BA 04 – 223 <sup>b</sup>	370,66 <sup>a</sup>	154,43 <sup>a</sup>	41,59	32,38 <sup>a</sup>	84,43 <sup>a</sup>	28,95 <sup>b</sup>	8,11 <sup>a</sup>	4,28 <sup>b</sup>
CNPA BA 04 – 241 <sup>a</sup>	414,01 <sup>a</sup>	183,04 <sup>a</sup>	44,27	30,86 <sup>b</sup>	85,16 <sup>a</sup>	31,13 <sup>a</sup>	8,25 <sup>a</sup>	4,83 <sup>a</sup>
CNPA BA 04 – 322 <sup>a</sup>	378,41 <sup>a</sup>	168,62 <sup>a</sup>	44,48	30,73 <sup>b</sup>	84,68 <sup>a</sup>	31,17 <sup>a</sup>	7,55 <sup>b</sup>	4,87 <sup>a</sup>

+ Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott a 1%.

**Tabela 3.** Seleção das sete linhagens, realizada pelos melhoristas baseada apenas nas médias de oito caracteres e estimativa dos ganhos de seleção (GS e GS%) com a seleção das sete linhagens, safra 2007/2008.

CARÁTER	Xo	Xs	h <sup>2</sup> %	GS	GS%			
R@	356,49	359,94	25,95	0,89	0,24			
RP	155,18	158,22	39,10	1,18	0,75			
%F	43,50	43,92	91,71	0,38	0,87			
COMP	31,09	30,93	75,99	- 0,12	- 0,39			
UNIF	84,83	84,93	73,22	0,07	0,08			
RES	30,44	30,23	66,09	- 0,13	- 0,45			
ELON	7,92	8,01	76,77	0,06	0,86			
MIC	4,65	4,71	84,44	0,05	1,07			
Ganho total				2,38	3,03			
Linhagens Selecionadas	R@	RP	%F	COMP	UNIF	RES	ELON	MIC
CNPA - BA 02 - 2476	297,53	126,64	42,53	32,67	85,45	30,67	8,46	4,56
CNPA - BA 03 - 2396	397,18	170,43	42,83	30,22	84,81	29,63	7,61	4,72
CNPA - BA 03 - 2059	390,10	171,00	43,80	30,19	84,27	29,21	7,76	4,93
CNPA - BA 03 - 2133	334,63	154,48	46,16	30,86	84,87	28,31	8,23	4,50
CNPA - BA 04 - 319	348,88	149,76	42,85	30,76	84,93	32,07	7,57	4,80
CNPA - BA 04 - 1469	337,25	152,19	44,99	30,95	85,01	30,56	8,16	4,60
CNPA - BA 04 - 241	414,01	183,04	44,27	30,86	85,16	31,13	8,25	4,83

Na Tabela 4 é apresentado os ganhos de seleção para cada característica utilizando o índice de Mulamba e Mock (1978) e as médias das linhagens selecionadas. Houve ganho negativo para as características: comprimento de fibra, uniformidade de fibra e alongação (Tab. 4), porém o ganho total foi de 4,17 %, ligeiramente superior ao ganho encontrado pela seleção realizada pelos melhoristas sem a utilização de índice.

Quando se compara as sete linhagens selecionadas nas Tabelas 3 e 4, observa-se que os melhoristas não selecionaram as linhagens CNPA BA 04 – 322 e CNPA BA 04 – 336 que obtiveram produtividade

de caroço de 378,41 e 343,90 @/ha respectivamente. Porém, selecionaram as linhagens CNPA BA 03 – 2396 e CNPA BA 03 – 2476, que obtiveram produção de caroço abaixo das linhagens selecionadas pelo índice (Tab. 3).

No programa de melhoramento do algodoeiro em questão, na safra 2007/2008, com foco para as condições do cerrado do Estado da Bahia, os critérios de seleção empregados pelos melhoristas, agregam informações e observações ao longo da condução experimental e portanto do desenvolvimento da cultura. Tais observações, relativas a resistência a doenças, arquitetura de planta, porcentagem de maçãs podres, retenção de capulhos e etc, de grande valia na escolha de materiais genéticos, seriam de difícil avaliação através do índice. Desta forma as linhagens CNPA BA 04 – 322 e CNPA BA 04 – 336, apesar de terem produção de caroço elevada, possuem algum problema relacionado com susceptibilidade a doenças e/ou algum caracter relacionado a qualidade de fibra, abaixo dos padrões exigido pelo mercado.

Entretanto, informações adicionais obtidas durante a condução experimental, associadas com o uso dos índices de seleção, tal como o índice de Mulamba e Mock (1978), podem levar a resultados mais favoráveis na escolha dos materiais mais promissores.

**Tabela 4.** Seleção das sete linhagens realizada pelo índice de Mulamba e Mock (1978) com base nas oito características e estimativa dos ganhos de seleção (GS e GS%) com base na seleção das sete linhagens.

CARÁTER	Xo	Xs	h <sup>2</sup> %	GS	GS %			
R@	356,49	372,83	25,95	4,24	1,13			
RP	155,18	163,52	39,10	3,26	1,99			
%F	43,50	43,82	91,71	0,29	0,67			
COMP	31,09	30,66	75,99	-0,32	-1,06			
UNIF	84,83	84,81	73,22	-0,01	-0,01			
RES	30,44	30,74	66,09	0,19	0,64			
ELON	7,92	7,79	76,77	-0,09	-1,28			
MIC	4,65	4,78	84,44	0,10	2,09			
GANHO TOTAL				7,66	4,17			
Linhagens Selecionadas	R@	RP	%F	COMP	UNIF	RES	ELON	MIC
CNPA - BA 04 - 241	414,02	183,04	44,28	30,86	85,16	31,14	8,25	4,84
CNPA - BA 03 -2059	390,11	171,01	43,81	30,20	84,28	29,21	7,76	4,94
CNPA - BA 04 - 322	378,41	168,62	44,49	30,73	84,69	31,18	7,55	4,88
CNPA - BA 03 -2396	397,19	170,44	42,84	30,23	84,81	29,64	7,61	4,73
CNPA - BA 04 -1469	337,26	152,19	45,00	30,96	85,01	30,56	8,16	4,60
CNPA - BA 04 - 319	348,89	149,77	42,85	30,77	84,94	32,08	7,58	4,80
CNPA - BA 04 - 336	343,90	149,55	43,47	30,89	84,81	31,34	7,59	4,70

## CONCLUSÃO

O índice de Mulamba e Mock (1978) proporcionou maiores ganhos do que a seleção realizada pelos melhoristas.

As informações adicionais, obtidas durante a condução experimental, determinantes para a seleção de linhagens do programa, devem ser usadas de forma adicional, contribuindo com as informações geradas pelo índice de seleção.

## CONTRIBUIÇÃO PRÁTICA E CIENTÍFICA DO TRABALHO

É através de metodologias de seleção mais eficientes que se poderá auferir maior êxito nos programas de melhoramento e portanto disponibilizar ao setor produtivo cultivares que contribuam para o sucesso do mesmo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, C. D. **Programa GENES Biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados as melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. v. 1, 480 p.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES – Versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.
- FARIAS, F. J. C.; GARCIA, A. A. F.; FREIRE, E. C.; VELLO, N. A. Índice para seleção de cultivares de algodão herbáceo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Algodão, uma fibra natural**: anais. [S.l.]: Abapa; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 1 CD-ROM .
- FREIRE, E. C.; COSTA, J. N da. Objetivos e métodos utilizados nos programas de melhoramento do algodão no Brasil. In: BELTRÃO, N. E. de M. **O Agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 272-293.
- GARCIA, A. A. F. **Índice para a seleção de cultivares**. 1998. 112 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- MORELLO, C. L.; FARIAS, F. J. C.; SILVA FILHO, J. L.; FREIRE, E. C. **Cultivares do algodoeiro para o cerrado**. Campina Grande: Embrapa, 2006. 8 p. (Embrapa-CNPA, Circular Técnica, 93).
- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egypt J. Gen. Cytol.**, Alexandria, v. 7, p. 40-51, 1978.