

# HETEROSE E CAPACIDADE COMBINATÓRIA PARA CARACTERES DE PRODUÇÃO EM HÍBRIDOS SIMPLES E TRÍPLoS DE ALGODÃO HERBÁCEO *GOSSYPIUM HIRSUTUM* L. r. *LATIFOLIUM* HUTCH. \*

GIOVANNI PERAZZO BARBOSA\*\*  
FANUEL PEREIRA DA SILVA\*\*\*  
FRANCISCO VALTER VIEIRA\*\*\*

## RESUMO

Estudou-se heterose e a capacidade combinatória em híbridos simples e triplos de algodão herbáceo, *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch., sintetizados a partir de um sistema restaurador de macho-esterilidade citoplasmática, em área irrigada da Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, em 1982. Os resultados mostram que, com relação à média dos progenitores, respostas heteróticas significativas foram encontradas na produção e número de capulhos dos híbridos simples férteis e, no tocante aos híbridos triplos, na produção, número de capulhos, peso médio do capulho e peso de 100 sementes. Na comparação dos híbridos com a variedade comercial, valores significativos foram encontrados apenas na produção e número de capulhos dos híbridos triplos. A ação gênica, nos híbridos simples, foi de natureza principalmente aditiva para a produção, peso médio do capulho, percentagem de fibra e peso de 100 sementes, em que a  $6^2_{ccg}$  foi superior a  $6^2_{cce}$ , ao passo que, nos híbridos triplos, a aditividade preponderou no peso médio do capulho, percentagem de fibra e peso de 100 sementes.

*Palavras-Chave:* Melhoramento, Macho-esterilidade citoplasmática, Ação gênica, Hibridação.

## SUMMARY

HETEROSIS AND COMBINING ABILITY FOR COMPONENTS OF YIELD IN SIMPLE AND TRIPLO HYBRID OF UPLAND COTTON, *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.

Replicated yield trial was conducted during the year of 1982 in the State of Ceará-Brazil, to compare the heterotic and combining ability responsiveness of different types of cotton (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.) hybrids. Analyses of the data indicated that fertile single crosses showed significant heterotic effect for the yield and number of bolls. Three-way hybrids showed significant heterotic effect for the yield, number of bolls, boll weight and weight of 100 seeds. However, when the two types of hybrids were compared with the commercial variety, it was observed that only the three-way hybrids were superior in yield and number of bolls.

\* Trabalho extraído da Dissertação do primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia, pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

\*\* Eng.º Agr.º vinculado ao PLANALSUCAR.

\*\*\* Professores do Centro de Ciências Agrárias da UFC.

The type of gene action observed in the single crosses was predominantly additive for the following characters: yield, boll weight, fiber percent and weight of 100 seeds, in which the general combining ability variances were superior to the specific combining ability variances. For the three-way hybrids, on the other hand, the additive gene action predominated for the characters boll weight, fiber percent and weight of 100 seeds.

## INTRODUÇÃO

O algodão, *Gossypium* spp., desfruta de expressiva importância sócio-econômica no nordeste brasileiro, especialmente no Estado do Ceará, onde, segundo a FIBGE (1983), cerca de 750.000 ha estão ocupados com essa malvacea fibro-oleaginosa. Deste total, 10%, aproximadamente, estão cultivados com o algodoeiro herbáceo, *G. hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch., cuja produtividade regional média de 229 kg/ha entra em contraste com os 1.132 kg/ha, em média, obtidos no Brasil. Esta baixa produtividade pode ser atribuída ao sistema de cultivo, quase sempre consorciado com outras culturas; ao emprego de técnicas empíricas e à baixa qualidade genética do material plantado. Para contornar estes problemas, muitos estudos já foram realizados e, atualmente, o uso de variedades híbridas parece oferecer uma nova perspectiva à cultura.

O vigor híbrido em algodão tem sido demonstrado por um grande número de estudiosos, de que são exemplos LODEN & RICHMOND<sup>7</sup>, TURNER<sup>17</sup>, MILLER & MARINI<sup>12</sup>, MARINI<sup>8</sup>, MILLER & LEE<sup>11</sup>, HAWKINS *et alii*<sup>2</sup>, MARINI<sup>9</sup>, KUMAR *et alii*<sup>5</sup> e BHANDARI<sup>1</sup>, que encontraram, em cruzamentos intra-específicos de algodão herbáceo, os mais variados graus de heterose, referentes a muitos caracteres da planta e à sua produção. A variabilidade da utilização comercial desta heterose pode ser

demonstrada pelos híbridos "Varalaxmi" (KATARKI<sup>3</sup>), Híbrido 4" (PATEL<sup>14</sup>), que são extensivamente cultivados na Índia, apesar das dificuldades existentes em sua obtenção, por haver uma necessidade de emasculação manual (SRINIVASAN & GURURAJAN<sup>16</sup>, SRINIVASAN *et alii*<sup>15</sup>, KUMAR *et alii*<sup>5</sup> e BHANDARI<sup>1</sup>).

O presente trabalho constitui-se em uma tentativa de buscar uma forma de melhoria para a cultura do algodão herbáceo, através da hibridação intra-específica, sendo seus objetivos o estudo da heterose em híbridos simples e triplos confrontando-os com seus progenitores e com uma variedade comercial; o estudo da capacidade combinatória dos progenitores em combinações híbridas, assim como o estudo do tipo de ação gênica envolvido em cada característica estudada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado constou de 4 linhagens macho-estéreis (linhagens A), 4 linhagens mantedoras de fertilidade (linhagens B), 2 linhagens restauradoras de fertilidade (linhagens R), 12 híbridos simples estéreis (A x B), 24 híbridos triplos (A x B) x R, 8 híbridos simples férteis (A x R) e 1 variedade comercial (IAC 17).

O ensaio foi conduzido em área irrigada da Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, em 1982, conforme delineamento em blocos casualizados, com 55 tratamentos e 3 repetições. Cada parcela experimental era constituída por uma fileira simples de 6 m de comprimento, com 12 plantas, espaçadas entre si por 0,5 m, sendo a distância entre duas parcelas de 0,9 m. De cada parcela, foram tomadas 5 plantas ao acaso, nas quais avaliaram-se todas as características estudadas.

Para o cálculo da heterose, tanto nos híbridos simples férteis como nos triplos, foi utilizada a fórmula preconizada por LAOSUWAN & ATKINS<sup>6</sup>, a seguir indicada:

$$\text{Heterose (\%)} = (\bar{F}_1 - \bar{P}) / \bar{P} \times 100,$$

onde  $\bar{F}_1$  = média do híbrido e  
 $\bar{P}$  = média de seus progenitores.

A média dos progenitores de um híbrido simples fértil corresponde à média aritmética entre uma linhagem *B*, contraparte da linhagem *A* utilizada no cruzamento, e uma linhagem *R*, ao passo que a média dos progenitores de um híbrido triplo foi calculada pelo método 5, proposto por PATANOTHAI & ATKINS<sup>13</sup>, representado a seguir:

$\bar{P} = 1/4 (A' + B) + 1/2 R$ , onde *A'* corresponde a uma linhagem *B*, contraparte da linhagem *A* utilizada na confecção do híbrido.

Determinou-se também, a heterose útil para cada característica, através da fórmula proposta por MEREDITH & BRIDGE<sup>10</sup>:

$$\text{Heterose Útil (\%)} = (\bar{F}_1 - \bar{V}) / \bar{V} \times 100,$$

na qual  $\bar{F}_1$  = média do híbrido, e  
 $\bar{V}$  = média da variedade comercial.

As variâncias das capacidades combinatórias gerais e específicas para machos, fêmeas e interação machos x fêmeas foram calculadas segundo o modelo de análise proposto por KEMPTHORNE<sup>4</sup>. A partir do mesmo modelo, foram obtidas as estimativas dos efeitos das capacidades combinatória ( $\hat{\sigma}^2_{ccg}$ ) e específica ( $\hat{\sigma}^2_{cce}$ ), através da análise de covariância, quer para meio-irmãos, quer para irmãos completos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela observação à heterose média para cada característica (Tabelas 1 e 2), nota-se que ambos os tipos de híbridos, quando comparados com a média de seus progenitores, apresentaram valores positivos, com exceção do peso de 100 sementes nos híbridos simples. Os maiores valores heteróticos foram encon-

TABELA 1

Valores Médios de Heterose e Heterose Útil Relativos a Caracteres de Produção, Avaliados em 8 Híbridos Simples Férteis de Algodão Herbáceo, *Gossypium hirsutum* L., Pentecoste, Ceará, 1982.

H Í B R I D O	Produção por Planta		Número de Capulhos por Planta		Porcentagem de Fibra		Peso Médio Capulho		Peso de 100 Sementes	
	Heterose	Het. Útil	Heterose	Het. Útil	Heterose	Het. Útil	Heterose	Het. Útil	Heterose	Het. Útil
Y-YUGO x DELCOT 277-R	19,65	-23,07	2,11	-12,65	0,00	-11,44	13,66	-13,27		
D-DPL 16 x "	-10,54	-16,41	-14,14	-13,91	3,96	1,04	5,76	-4,27		
Y-SU 0450 x "	16,37	14,51	10,17	17,43	14,00	-10,58*	8,71	-2,37		
Y-IAC 13 x "	19,47	-23,39	12,95	-18,07	-1,01	8,42	4,36	9,24		
Y-YUGO x DPL 16-R	-10,55	-47,24*	-11,66	-29,54	3,98	-0,29	-0,95	-25,59*		
D-DPL 16 x "	0,83	-11,15	17,77	11,38	2,09	6,76	-12,96	-22,04*		
Y-SU 0450 x "	8,14	0,67	9,22	10,21	3,88	-10,92*	-1,34	-12,56		
Y-IAC 13 x "	79,54*	5,59	82,03*	21,68	1,20	0,62	-0,55	-14,45		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

trados na produção por planta, com índices de 15,36% nos híbridos simples e 16,32% nos híbridos triplos. Os valores individuais de heterose indicam que, entre os híbridos simples (Tabela 1), houve valores significativos apenas na produção (79,54%) e número de capulhos (82,03%) do híbrido Y-IAC 13 x DPL 16-R. Entre os híbridos triplos, os maiores valores foram constatados na produção e número de capulho do (Y-YUGO x DPL 16) x DELCOT 277-R, com 78,44 e 67,15%, respectivamente, enquanto o único híbrido a apresentar-se estatisticamente inferior à média de seus progenitores foi o (D-DPL 16 x SU0450) x DELCOT 277-R, no peso do capulho, com - 12,50%.

Embora estes graus heteróticos indiquem a viabilidade da hibridação como um método de melhoramento do algodão herbáceo, os híbridos utilizados no presente estudo não conseguiram, de uma maneira geral, superar a variedade comercial IAC 17 em nenhuma das características, como demonstram os valores médios de heteroses útil nas Tabelas 1 e 2. Isto vem mostrar a necessidade de muitos estudos envolvendo um maior número de progenitores e conduzidos numa grande amplitude de ambientes, de sorte que, resultados mais consistentes venham a ser obtidos.

Os resultados da análise da capacidade combinatória, presentes nas Tabelas 3 e 4, mostram que os efeitos dos progenitores masculinos só foram significativos em relação ao peso do capulho e na percentagem de fibra. Já os efeitos das fêmeas foram significativos no tocante ao peso de 100 sementes, em ambos os tipos de híbridos, e no peso médio do capulho e percentagem de fibra, nos híbridos simples, não sendo encontrada interação machos x fêmeas significativa em nenhuma das características estudadas.

Observando-se as estimativas das capacidades combinatórias geral e específica, constantes nas citadas Tabelas, nota-se que a  $\hat{\sigma}^2$ ccg foi mais importante

que a  $\hat{\sigma}^2$ cce quanto ao peso médio do capulho, percentagem de fibra e peso de 100 sementes em ambos os tipos de híbridos, assim como na produção dos híbridos simples, o que indica, segundo vários autores, uma preponderância dos efeitos aditivos comandando a herança dessas características. Já a produção dos híbridos triplos e o número de capulhos dos híbridos simples e triplos apresentaram a  $\hat{\sigma}^2$ cce maior que a  $\hat{\sigma}^2$ ccg, o que comprova a presença da ação gênica não aditiva (dominante e epistática) a preponderar nessas características.

## CONCLUSÕES

Em consonância com os resultados obtidos, conclui-se que:

— tanto os híbridos simples como os triplos apresentam heterose média positiva, pertinente a todas as características estudadas, à exceção do peso de 100 sementes nos híbridos simples;

— o único híbrido estatisticamente superior à variedade comercial IAC 17 é o triplo (Y-YUGO x DPL 16) x DELCOT 277-R, no tocante à produção por planta e ao número de capulhos, enquanto a grande maioria dos híbridos apresenta heterose útil negativa;

— o tipo de ação gênica a comandar a produção dos híbridos simples e triplos é diferente, sendo aditiva, nos primeiros e não aditiva, nos segundos;

— quanto ao número de capulhos por planta, em ambos os tipos de híbridos preponderam efeitos dominantes e epistáticos, enquanto a aditividade faz-se presente no peso médio do capulho, percentagem de fibra e peso de 100 sementes, e

— a heterose, sendo geralmente positiva, mostra a viabilidade da hibridação como um método de melhoramento do algodão herbáceo, ao passo que a heterose útil, na maioria das vezes negativa, indica necessidade de outros estudos envolvendo um maior número de progenitores numa grande amplitude de ambientes e, deste modo, resultados mais satisfatórios venham a ser obtidos.

Valores Médios de Heterose e Heterose Útil Relativos a Caracteres de Produção, Avaliados em 24 Híbridos Triplios de Algodão Herbáceo, *Gossypium hirsutum* L., Pentecoste, Ceará, 1982.

TABELA 2

H Í B R I D O	Produção por Planta		Número de Capulhos por Planta		Peso Médio do Capulho		Porcentagem de Fibra		Peso de 100 Sementes	
	Het. Útil	Het. Útil	Het. Útil	Het. Útil	Het. Útil	Het. Útil	Het. Útil	Het. Útil	Het. Útil	Het. Útil
(Y-IAC 13 x " ) x	42,82	- 8,29	28,80	1,81	8,41	-11,37	- 2,81	-12,04	6,52	- 5,77
(Y-SUO450 x " ) x	12,80	- 8,25	- 1,60	- 5,42	15,10	- 4,27	7,47	-10,29*	0,00	- 6,73
(Y-YUGO x SUO450) x	22,97	0,02	12,78	8,40	9,97	- 8,53	1,46	-15,31*	5,15	- 1,92
(D-DPL16 x " ) x	-12,29	-15,87	-23,76	-21,14	18,90*	7,35	9,77	- 3,61	6,06	0,96
(Y-IAC13 x " ) x	31,42	6,78	16,94	4,79	13,14	0,00	13,02	- 3,43	8,16	1,92
(Y-SUO450xIAC 13) x	11,35	- 9,52	- 6,55	-16,26	19,84*	5,92	14,21	2,42	2,04	- 3,85
(Y-YUGO x " ) x	7,53	-30,95*	- 9,37	-28,36*	16,23	- 4,98	3,56	- 6,26	- 1,09	-12,50
(D-DPL16 x " ) x	27,12	0,13	14,21	- 1,26	10,93	- 1,42	5,40	- 0,03	12,90*	0,96
(Y-IAC 13xDPL 16 ) x	28,32	1,08	17,76	1,81	12,00	- 0,47	- 4,94	- 4,94	12,90*	0,96
(Y-SUO450x " ) x	-24,30	-27,39*	-30,13	-27,73	11,55	0,71	15,90	1,77	8,08	2,88
(Y-YUGO x " ) x	78,44*	40,71*	67,15*	55,37*	8,52	9,48	6,05	6,05	8,79	- 4,81
(D-DPL 16 x YUGO) x	13,45	-16,57	11,19	- 3,07	6,05	-12,80	- 3,01	- 2,78	4,21	- 4,81
(Y-SUO450 x " ) x	50,39*	-11,43	47,78	- 8,40	2,06	-17,77	1,38	- 0,78	- 9,38	-16,35
(Y-IAC 13 x " ) x	12,02	-14,84	11,30	0,54	0,87	-17,30	3,75	- 5,77	- 1,98	- 4,81
(Y-YUGO x SUO450) x	-22,13	-40,80*	- 8,00	-16,89	-13,29	-28,91*	9,10	- 0,91	- 2,97	- 5,77
(D-DPL16 x " ) x	- 9,39	-17,90	- 7,21	4,79	-12,50*	-22,04*	0,96	- 3,93	6,80	5,77
(Y-IAC13 x " ) x	8,39	-17,69	13,47	- 4,88	0,27	-12,56	5,71	- 1,90	5,88	3,85
(Y-SUO450xIAC 13) x	41,61	7,54	60,24*	34,33*	- 8,97	-20,62*	4,01	- 3,48	4,90	2,88
(Y-YUGO x " ) x	32,64	-21,88	37,07	0,54	0,88	-24,17*	3,24	1,04	- 6,25	-13,46
(D-DPL16 x " ) x	- 5,59	-30,65*	9,74	-11,47	-11,62	-22,51	2,39	4,65	0,00	- 6,73
(Y-IAC 13xDPL 16 ) x	13,35	-16,74	19,48	- 3,61	1,62	-13,74	4,20	6,50	1,03	- 5,77
(Y-SUO450x " ) x	29,39	17,24	36,78	33,69	2,92	-13,51	0,05	- 4,78	- 0,97	- 1,92
(Y-YUGO x " ) x	18,69	-12,72	14,71	0,00	5,48	-13,27	1,03	1,27	1,05	- 7,69

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3

Médias e Estimativas das Capacidades Combinatórias Geral ( $\hat{\sigma}^2_{ccg}$ ) e Específica ( $\hat{\sigma}^2_{cce}$ ), Avaliados em 8 Híbridos Simples de Algodão Herbáceo, *G. hirsutum* L.

G. L.	Produção por Planta	N.º de Capulhos Planta	Peso Médio do Capulho	Porcentagem de Fibra	Peso de 100 Sementes
1	1,135	7,707	1,373*	36,383*	0,034
3	399,313	15,438	0,257*	32,942**	3,579*
3	175,947	13,093	0,071	5,591	0,322
14	232,759	10,778	0,182	2,695	0,549
	2,697	- 0,169	0,083	3,230	0,165
	-18,937	0,772	-0,037	0,966	-0,076

tivo ao nível de 5% de probabilidade

tivo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 4

Médias e Estimativas das Capacidades Combinatórias Geral ( $\hat{\sigma}^2_{ccg}$ ) e Específica ( $\hat{\sigma}^2_{cce}$ ), Avaliados em 24 Híbridos Triplos de Algodão Herbáceo, *G. hirsutum* L.

Quadrado Médio					
	Produção por Planta	N.º de Capulhos Planta		Porcentagem de Fibra	Peso de 100 sementes
1	217,503	15,680	7,993** *	59,805**	0,483
11	163,246	9,932	0,171	10,205	1,692**
11	247,355	19,668	0,159	7,919	0,472
46	155,236	10,799	0,132	5,150	0,829
	- 2,713	- 0,323	0,187	1,290	0,029
	30,706	2,956	0,009	0,923	-0,119

tivo ao nível de 5% de probabilidade

tivo ao nível de 1% de probabilidade

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARI, D. R. Studies of heterosis in upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Indian Agric. J.*, Madras, 65: 421 - 9, 1969.

S, B. S.; PEACOCK, H. A.; LARD, W. M. Heterosis and combining ability in upland cotton:

effect on yield. *Crop Sci.*, Madison, 5: 543 - 6, 1965.

3. KATARKI, B. H. Varalaxmi: a high yielding hybrid cotton of quality. *Indian Farming*. New Delhi, 21: 35 - 6, 1971.

4. KEMPTHORNE, O. *An introduction to genetical statistics*. New York, John Wiley, 1957. p. 468 - 70.

- R, P.; PATHAK, R. S.; SINGH, R. Heterosis and combining ability in land cotton. *Indian J. Agric. Sci.*, w Delhi, 44 (3): 145 – 50, 1974.
- IWAN, P. & ATKINS, R. E. Estimates of combining ability and heterosis in converted exotic sorghums. *Exp. Sci.* 17: 47 – 50, 1977.
- W, H. D. & RICHMOND, T. R. Hybrid vigor in cotton: cytogenetics concepts and practical applications. *Evolutionary Botany*, New York, 5: 7 – 408, 1951.
- NI, A. Heterosis and combining ability for yield and components of yield in a diallel cross of two species of cotton. *Crop. Sci.*, Madison, 5: 552 – 5, 1963.
- NI, A. Heterosis and combining ability in intraspecific and interspecific crosses of cotton. *Crop Sci.*, Madison, 7: 519 – 22, 1967.
- TURNER JUNIOR, W. R. & BRIDGE. Heterosis and gene action in cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.* Madison, 12: 304 – 8, 1972.
- TURNER, P. A. & LEE, J. A. Heterosis and combining ability in varietal top crosses of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*, Madison, 4: 12. MILLER, P. A. & MARANI, A. Heterosis and combining ability in diallel crosses of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop. Sci.*, Madison, 4: 441 – 4, 1963.
13. PATANOTHAI, A. & ATKINS, R. E. Yield stability of single crosses and three-way hybrids of grain sorghum. *Crop Sci.*, Madison, 14: 287 – 90, 1974.
14. PATEL, C. T. Hybrid vigor, a new hope toward self sufficiency in cotton in India. *Cotton Development*, 1 : 1 – 5, 1971.
15. SRINIVASAN, K.; SANTHANAN, V.; RAJASEKARAN, S. Development of hybrid cotton utilizing male-sterile line. *Cotton Development*, 2: 37 – 9, 1972.
16. SRINIVASAN, K. & GURURAJAN, K. N. Boll setting in intra *Hirsutum* hybrids utilizing male-sterile lines. *Madras Agric. J.*, 60: 1885 – 6, 1973.
17. TURNER JUNIOR, J. H. A study of heterosis in upland cotton. I Yield of hybrids compared with varieties. *Agron. J.*, Madison, 45: 484 – 6, 1953.