

CONTROLE GENÉTICO DA PERCENTAGEM DE FIBRA E PESO DE CAPULHO EM ALGODOEIRO HERBÁCEO¹

Luiz Paulo de Carvalho²

1. INTRODUÇÃO

Entre os componentes da produção do algodoeiro anual *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch. estão a percentagem de fibra e o peso de capulho. Os cultivares devem possuir bom rendimento de algodão em caroço, o que atende, de maneira geral, aos agricultores; e também alta percentagem de fibra, satisfazendo aos interesses dos beneficiadores de algodão. O cultivar ideal, considerando estes componentes, deve apresentar alto rendimento de algodão em caroço e alta percentagem de fibra, o que melhora seu rendimento industrial, contudo não deve possuir peso de sementes muito baixo. Os trabalhos de melhoramento do algodoeiro buscam manter equilíbrio entre esses caracteres, além de outros também importantes, com relação à qualidade da fibra.

A ação gênica dos caracteres do algodoeiro anual tem sido amplamente estudada, e os resultados muitas vezes não são consistentes, dependendo, evidentemente, dos materiais com os quais se trabalha. O mesmo se pode dizer em relação à percentagem de fibra e ao peso de capulho.

Este trabalho teve por objetivo estimar os componentes da variação genética da percentagem de fibra e do peso de capulho, utilizando-se as metodologias de HAYMAN (5, 6), de modo a poder subsidiar os trabalhos de melhoramento conduzidos com o algodoeiro herbáceo.

¹ Aceito para publicação em 25.03.1995.

² CNPA/EMPRAPA - Rua Osvaldo Cruz, 1143 - 58107-720 - Campina Grande-PB.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidos, para este trabalho, quatro cultivares ou linhagens de algodoeiro herbáceo: IAC 20, CNPA 85-241, CNPA 87/52 e CNPA 3H, os quais apresentavam variabilidade entre si com relação à percentagem de fibra e peso de capulhos. Em 1993, foi realizado, em Campina Grande (PB), cruzamento dialélico entre eles, incluindo os recíprocos, obtendo-se 12 híbridos, que, juntamente com os progenitores, foram plantados no município de Sousa (PB), em 1994, em delineamento de blocos ao acaso, com 16 tratamentos e três repetições. A parcela foi constituída de duas fileiras de cinco metros de comprimento, as quais representavam também a área útil, no espaçamento de 0,80 x 0,20 m, deixando-se, após o desbaste, 50 plantas por parcela. Os tratos culturais foram os normalmente recomendados para o algodoeiro herbáceo. Por ocasião da colheita foram retiradas amostras de 20 capulhos por parcela, da posição mediana das plantas, de onde foram determinados a percentagem de fibra e o peso de capulhos. De posse dos dados, procedeu-se à análise de variância da tabela dialélica, segundo HAYMAN (5), e posteriormente estimaram-se os componentes da variância genética (6).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância, segundo HAYMAN (5), para os dois caracteres, é apresentada no Quadro 1. Esta análise foi possível em virtude da existência de diferenças significativas entre progenitores (Quadro 2), o que confirma a expectativa dos resultados, uma vez que foram incluídos, neste trabalho, progenitores divergentes quanto a estes caracteres.

A percentagem de fibra mostra significância para a fonte de variação J_r , que mede os efeitos da capacidade geral de combinação, demonstrando a importância da variância aditiva no controle desta característica (Quadro 1). Verifica-se, também, que não houve diferença significativa para as fontes de variação k_{rs} e k_r , as quais medem efeitos recíprocos, mostrando que não há diferença entre um híbrido e seu recíproco, o que é verificado também pelas médias, no Quadro 2, em que se vê que não há diferença entre elas com relação aos recíprocos, indicando que estes caracteres não estão sob controle de fatores genéticos extranucleares. Não obstante a presença da variação aditiva, os dois caracteres mostram também variação devido à dominância, conforme verificado pela significância de J_{rs} (Quadro 1).

Um estudo mais detalhado do controle genético da percentagem de fibra é feito pelos parâmetros genéticos estimados pela metodologia dialélica de HAYMAN (6). Assim, verifica-se, pelo Quadro 3, que o coeficien-

QUADRO 1 - Análise de variância da tabela dialélica, segundo HAYMAN (5), para os caracteres percentagem de fibra e peso de capulhos, em algodoeiro herbáceo

FV	GL	Quadrados Médios	
		Percentagem de fibra (%)	Peso de capulho (g)
Bloco	2	--	--
Tratamento	(15)	2,48**	0,87*
J _r	3	10,19**	3,13**
J _{rs}	6	1,41*	0,40**
L	1	0,44 ^{ns}	1,70**
L _r	3	1,91*	0,126 ^{ns}
L _{rs}	2	1,14 ^{ns}	0,16 ^{ns}
K _r	3	0,13 ^{ns}	0,17 ^{ns}
K _{rs}	3	0,53 ^{ns}	0,28 ^{ns}
Resíduo	30	0,480	0,112
Média		36,29	7,46
CV (%)		1,90	4,49

* - Significativo, a 5% de probabilidade.

** - Significativo, a 1% de probabilidade.

ns - Não-significativo.

te de regressão de W_r (covariância entre médias de progenitores e médias da r-ésima linha da tabela dialélica) em função de V_r (variância entre médias de r-ésima linha) é, estatisticamente, igual a 1, validando as pressuposições da metodologia empregada e mostrando que é satisfatório o uso do modelo aditivo-dominante no estudo do controle do caráter. A presença de epistasia no controle da percentagem da fibra foi mostrada por MILLER e MARANI (10), enquanto WHITE (14) e AL-RAWI e KOHEL (1, 2) mostraram que ela não é importante na manifestação deste caráter.

Os parâmetros W_r e V_r fornecem informações sobre a concentração de alelos dominantes e recessivos em cada progenitor, baseando-se no princípio de que o progenitor com maior concentração de alelos dominantes, quando cruzado com os demais, proporciona progênes mais similares entre si e, assim, com menor valor de V_r e W_r . No caso da percentagem de fibra, o progenitor 2, CNPA 85/241, é o que apresenta os menores valores de V_r e W_r e, portanto, é o que retém maior concentração de alelos dominantes. Como este progenitor apresenta alta média, a dominância ocorre

QUADRO 2 - Médias das características nos progenitores e híbridos de cultivares de algodoeiro herbáceo*

Progenitores e híbridos	Percentagem de fibra (%)	Peso de capulho (g)
IAC 20 (1)	37,83 c	8,16de
CNPA 85/241 (2)	36,83 bc	7,46 bcde
CNPA 87/52 (3)	36,93 bc	7,30 bcd
CNPA 3H (4)	33,56 a	6,20 a
1 x 2	36,06 bc	7,80 bcde
2 x 1	37,06 bc	7,96cde
1 x 3	37,03 bc	8,43 e
3 x 1	37,06 bc	8,10 cde
1 x 4	36,66 bc	7,93 cde
4 x 1	36,30 bc	7,63 bcde
2 x 3	37,00 bc	7,63 bcde
3 x 2	37,03 bc	7,96 cde
2 x 4	36,03 bc	7,16 abc
4 x 2	36,36 bc	7,43 bcd
3 x 4	35,93 bc	7,63 bcde
4 x 3	35,60 ab	6,93 ab
DMS	2,06	0,99

Médias seguidas da mesma letra, verticalmente, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

* Nos cruzamentos, o primeiro número refere-se ao progenitor feminino.

em direção à alta percentagem de fibra. Este progenitor e também o IAC 20 poderiam ser usados, então, em trabalhos de melhoramento visando ao aumento da percentagem de fibra. Deve-se considerar, contudo, a estimativa de h^2 , que foi negativa, devendo ser tomada como zero. Este parâmetro depende da direção da dominância e, no caso, está indicando ausência de dominância unidirecional. Considerando o valor do progenitor 4, que apresentou a menor média, e seus híbridos com os demais, vê-se que a dominância ocorre em direção aos valores mais altos da percentagem de fibra. Isso não acontece quando os progenitores não são contrastantes, como nos híbridos 1x2 e 3x1, nos quais a dominância ocorre no sentido da baixa percentagem de fibra. Considerando-se, então, todos os progenitores do dialelo e que há cancelamento dos efeitos positivos e negativos, o

resultado deve ser tomado como dominância não unidirecional. O progenitor 4, CNPA 3H, que apresenta a menor média, é o que retém a maior concentração de alelos recessivos, por apresentar maiores valores de V_r e W_r (Quadro 3, Figura 1).

O Quadro 3 apresenta também o coeficiente de correlação entre médias de progenitores (Y_r) e os valores de $W_r + V_r$. Quando este coeficiente é próximo de 1, os alelos recessivos, em sua maioria, têm como efeito o acréscimo na média do caráter e se próximo de -1, são os alelos dominantes que proporcionam o acréscimo. Para a percentagem de fibra, esta correlação (Quadro 3) foi de -0,88, mostrando que os alelos dominantes proporcionam o aumento da percentagem de fibra. Pelo Quadro 4 pode-se constatar que só houve significância para o componente da variação genotípica associada aos efeitos aditivos, no caso representado por D, e não para os de dominância, representados por H_1 e H_2 . Isso sugere que a variância aditiva, para esta característica nesta população, é mais importante que a de dominância. Vários autores mostram quantidades apreciáveis de variação aditiva no controle genético da percentagem de fibra, como MILLER e MARANI (10), AL-RAWI e KOHEL (1), LEE *et alii* (7), WHITE e KOHEL (13) e MEREDITH (9). Apesar disso, nesses trabalhos a variância de dominância ora está presente significativamente, ora não. Assim, nos trabalhos de MEREDITH (9) e MARANI (8), as duas variân-

QUADRO 3 - Estimativas referentes à variância entre as médias das linhas (V_r), à covariância entre média de progenitores (Y_r) e médias das linhas (W_r), com relação à percentagem de fibra e peso de capulhos

Linhas	V_r		W_r		Y_r	
	Perc. de fibra	Peso de capulho	Perc. de fibra	Peso de capulho	Perc. de fibra	Peso de capulho
1	0,580	0,098	0,908	0,126	37,83	8,16
2	0,156	0,140	0,531	0,204	36,83	7,46
3	0,728	0,235	1,340	0,314	36,93	7,30
4	1,941	0,515	2,410	0,560	33,56	6,20

Coeficiente de regressão W_r em função de V_r 1,13^{ns} 0,94^{ns} e
 correlação entre y_r e ($V_r + W_r$) -0,88 -0,97

ns = Não-significativo ($H_0 : b = 1$).

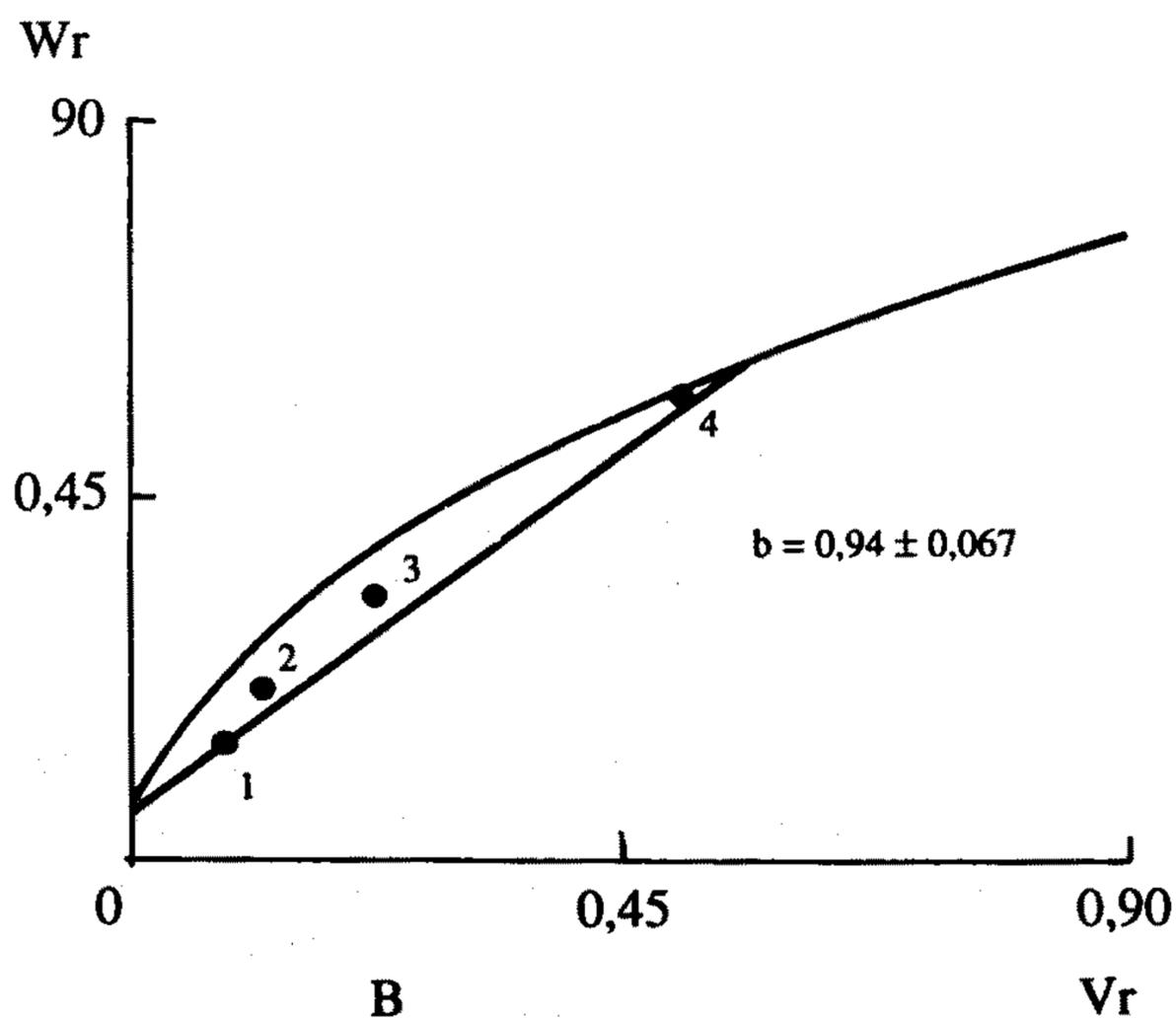
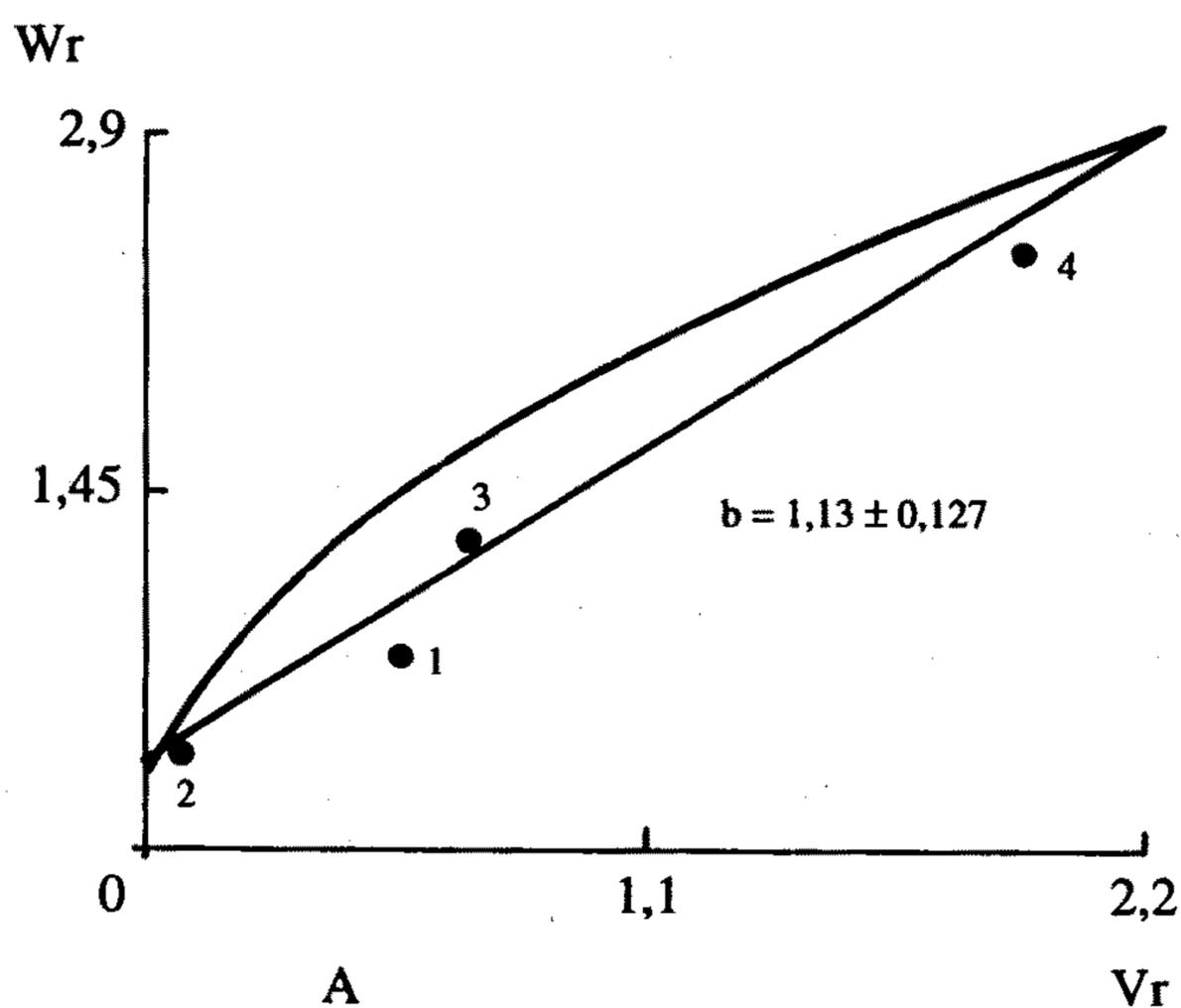


FIGURA 1 - Regressão de V_r em função de W_r para os caracteres percentagem de fibra (A) e peso de capulho (B).

cias são significativas, mas a variância aditiva prevalece, o que não acontece no trabalho de BAKER e VERHALEN (3), em que, não obstante a presença das duas variâncias, a de dominância prevalece. Já nos trabalhos de LEE *et alii* (7) e AL-RAWI e KOHEL (1) não houve presença da variação de dominância, já que ela foi não-significativa. LEE *et alii* (7) mostram, ainda, a existência de interação significativa da variação aditiva com os ambientes, indicando que se esperam pequenos progressos na seleção de um tipo estável, considerando-se os ambientes por ele avaliados.

Assim, no presente trabalho, a herdabilidade, no sentido restrito, foi de 0,58, demonstrando a possibilidade de seleção de genótipos com alta percentagem de fibra em populações segregantes e que esta seleção poderá não ser muito influenciada pelos efeitos ambientais na manifestação fenotípica. Alguns autores estimaram a herdabilidade deste caráter, como BAKER e VERHALEN (3), que encontraram, em anos diferentes, valores de 0,57 e 0,31 e, ainda, VERHALEN e MURRAY (12), cujos valores encontrados foram de 0,32 e 0,40, também em anos diferentes.

A estimativa do grau médio de dominância evidencia dominância incompleta da alta percentagem de fibra (Quadro 5 e Figura 1), na qual a reta de regressão corta o eixo W_r acima da origem, resultado que está de acordo com STITH (11). O coeficiente de simetria que expressa a distribuição dos alelos entre os progenitores revela estimativa de 0,17, mostrando que os alelos dominantes e recessivos não estão equitativamente distribuídos entre os pais, o que pode também ser visto pela estimativa de F (Quadro 4), a qual foi positiva e significativa, indicando a predominância de alelos dominantes. Neste contexto (Quadro 1), vê-se ainda a significância para o componente L_r , que mede o desvio de dominância devido ao pai r e evidencia que alguns progenitores possuem mais alelos dominantes que outros. Não foi possível estimar o número de genes que exibem dominância, no caso da percentagem de fibra, em razão do valor negativo obtido para o parâmetro h^2 (Quadro 4).

Com relação ao peso de capulhos, o coeficiente de regressão entre V_r e W_r é, estatisticamente, igual a 1, validando as pressuposições da metodologia, mostrando que é satisfatório o uso do modelo aditivo-dominante para explicar a variação genética do caráter (Quadro 3). O progenitor 1, IAC 20, é o que apresenta menores valores de V_r e W_r e, portanto, é o que apresenta maior concentração de genes dominantes. Como este progenitor apresenta a maior média, a dominância ocorre em direção ao peso mais alto de capulhos. O progenitor 4, CNPA 3H, retém a maior concentração de recessivos, proporcionando maiores valores de V_r e W_r (Figura 1) e, portanto, neste caso, a menor média (Quadro 3). Ao contrário

QUADRO 4 - Componentes da variação genética e ambiental obtidos na análise dialélica da percentagem de fibra e do peso de capulho, em algodoeiro

Componente	Significado	Estimativa	
		Perc. de fibra (%)	Peso de capulho (g)
E	Efeito ambiental	0,480	0,112
D	Componente quadrático atribuído à ação gênica aditiva	3,241*	0,585*
H ₁	Componente quadrático atribuído aos desvios da dominância	0,730 ^{ns}	0,200 ^{ns}
H ₂	Componente quadrático atribuído aos desvios da dominância	0,502 ^{ns}	0,193 ^{ns}
h ²	Quadrado do componente genético atribuído aos desvios da dominância	-0,215 ^{ns}	0,416*
F	Componente de covariância entre os efeitos gênicos aditivos e não-aditivos	1,768*	0,078 ^{ns}
D-H ₁	Diferença entre componentes quadráticos de ação aditiva e atribuída aos desvios da dominância	2,510*	0,384*

da percentagem de fibra, a estimativa de h^2 foi positiva e significativa, mostrando dominância direcional, mesmo nos cruzamentos entre os progenitores com peso de capulho mais próximos entre si, com exceção do cruzamento 1 x 2, que ficou próximo à média dos pais. A correlação entre Y_r e $W_r + V_r$ é alta e negativa, mostrando que os alelos dominantes aumentam a média de peso de capulhos. O cultivar IAC 20 possui, então, genes dominantes que condicionam o aumento do peso de capulhos e poderia ser usado em programas de melhoramento, visando ao aumento nesta característica. O CNPA 3H possui genes recessivos condicionadores da diminuição da média deste caráter na população. Estes resultados não estão de acordo com CARVALHO (4), que encontrou que os alelos reces-

sivos aumentam a média do peso de capulho. Naquele trabalho, porém, usaram-se cultivares diferentes, sendo o IAC 20 o único cultivar em comum e, provavelmente, a estrutura das populações de IAC 20 usada nos dois trabalhos era diferente. À semelhança da percentagem de fibra, o peso de capulho mostrou significância apenas para o componente aditivo, simbolizado por D, na variação genotípica, e não para H_1 e H_2 , que refletem os componentes de dominância (Quadro 4). Isso também é identificado pela significância de $D-H_1$, que é positiva. MARANI (8) e MILLER e MARANI (10) demonstram que a variância aditiva predomina na determinação da variância genotípica. Ainda WHITE (14) demonstra a significância de componente D e não para H_1 , concordando com os resultados deste trabalho. Desse modo, a herdabilidade estimada foi de 0,61, também indicando a possibilidade de se selecionar genótipos com alto peso de capulho em gerações segregantes. AL-RAWI e KOHEL (1) encontraram valores de 0,51 para herdabilidade, sendo este valor próximo ao encontrado neste trabalho.

A estimativa do grau médio de dominância mostra dominância incompleta (Quadro 5 e Figura 1), concordando com os resultados de WHITE (14). O Quadro 5 evidencia que os progenitores, no caso do peso de capulho, possuem distribuição simétrica com relação aos alelos dominantes e recessivos, já que $H_2/4H_1$ está próximo de 0,25, tanto que F foi não-significativo (Quadro 4). Nesse caso, como há simetria dos alelos entre os progenitores, a estimativa do número de genes que exibem dominância e que também regulam o caráter pode ser estimada e, no mínimo, 2 genes regulam o peso médio de capulho, quando se trabalha com os cultivares usados neste trabalho.

QUADRO 5 - Estimativas de parâmetros relativos ao controle genético da percentagem de fibra e peso de capulho em algodão herbáceo

Parâmetros genéticos	Estimativas	
	Perc. de fibra	Peso de capulho
$(H_1/D)^{1/2}$ - Grau médio de dominância	0,47	0,58
$H_2/4H_1$ - Distribuição dos alelos - simetria	0,17	0,24
h^2/H_2 - Número de genes que exibem dominância	--	2,14
h^2_r - Herdabilidade no sentido restrito	0,58	0,61

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foi realizado diallelo completo entre quatro cultivares de algodoeiro anual, *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch., quais sejam: IAC 20, CNPA 85-241, CNPA 87/52 e CNPA 3H, que apresentavam variabilidade para a percentagem de fibra e peso de capulhos. Foram obtidos os 12 híbridos entre eles, incluindo os recíprocos. Os 16 tratamentos, incluindo os progenitores, foram plantados em Sousa (PB), em 1994, em delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Foram analisados a percentagem de fibra e o peso médio de capulho, tendo sido retiradas as seguintes conclusões:

a. Houve significância apenas para o componente D, que expressa a variação causada pela ação gênica aditiva, para os dois caracteres, e estes apresentam herdabilidades médias, aproximadamente de 0,60, indicando a viabilidade de seleção de tipos superiores nas gerações segregantes;

b. Genes dominantes condicionam o alto peso médio de capulhos e a dominância é direcional e, no mínimo, dois genes regulam este caráter. A alta percentagem de fibra, considerando-se progenitores contratantes, é condicionada também por genes dominantes, porém, considerando-se todos os progenitores neste trabalho, houve dominância não direcional.

c. O cultivar IAC 20, detentor de alta percentagem de fibra e alto peso médio de capulhos, possui genes dominantes condicionadores do aumento dessas duas características e poderá ser usado em trabalhos de melhoramento, quando o objetivo for o aumento daquelas características.

5. SUMMARY

(GENETIC CONTROL OF THE PERCENTAGE OF FIBER AND WEIGHT OF BOLLS IN HERBACEOUS COTTON)

A complete diallel among four cotton cultivars, *Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch. was carried out. The lint percent, boll size and the mechanisms controlling these traits were studied. The hybrids, including reciprocals, were evaluated in a three-replicate, randomized complete block design, at Sousa, state of Paraíba, in 1994. The lint percent and boll size showed incomplete dominance and the heritability in a restricted sense was 0.58 and 0.61, respectively. There was predominance of additive effects controlling both traits.

6. LITERATURA CITADA

1. AL-RAWI, K.M. & KOHEL, R.J. Diallel analysis of yield and other agronomic characters in *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*, 9:779-783, 1969.
2. AL-RAWI, K.M. & KOHEL, R.J. Gene action in the inheritance of fiber properties in intervarietal diallel crosses of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*, 10:82-85, 1970.
3. BAKER, J.R. & VERHALEN, L.V. The inheritance of several agronomic and fiber properties among selected lines of upland cotton, *Gossypium hirsutum*. *Crop Sci.*, 13:444-450, 1973.
4. CARVALHO, L.P. *Divergência genética e análise dialélica em Gossypium hirsutum L. var. latifolium Hutch.* Viçosa, MG, UFV, 1993, 202p. (Tese Doutorado).
5. HAYMAN, B.I. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, 10:235-244, 1954.
6. HAYMAN, B.I. The theory and analyses of diallel crosses. *Genetics*, 39:789-809, 1954.
7. LEE, J.A.; MILLER, P.A. & RAWLINGS, J.O. Interaction of combining ability effects with environments in diallel crosses of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Sci.*, 7:477-481, 1967.
8. MARANI, A. Heterosis and combining ability for yield and components of yield in a diallel crosses of two species of cotton. *Crop Sci.*, 3:552-555, 1963.
9. MEREDITH Jr, W.R. & BRIDGE, R.R. Heterosis and gene action in cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*, 12:304-310, 1972.
10. MILLER, P.A., & MARANI, A. Heterosis and combining ability in diallel crosses of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*, 3:441-444, 1963.
11. STITH, L.S. Heritability and interrelationship of some quantitative characters in a cross between two varieties of *Gossypium hirsutum*. *Iowa State College J. Sci.*, 30:439-440, 1956.
12. VERHALEN, L.M. & MURRAY, J.C. A diallel analysis of several fiber property traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Sci.*, 7:501-505, 1967
13. WHITE, T.G. & KOHEL, R.J. A diallel analysis of agronomic characters in selected lines of cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*, 4:254-257, 1964.
14. WHITE, T.G. Diallel analysis of quantitatively inherited characters in *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*, 6:253-255, 1966