

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 27

Campinas, janeiro de 1968

N.º 1

## INFLUÊNCIA DO CITOPLASMA NA DETERMINAÇÃO DA POSIÇÃO DO FRUTO EM *GOSSYPIUM HIRSUTUM* L. (1)

IMRE LAJOS GRIDI-PAPP, engenheiro-agrônomo, Seção de Algodão, Instituto Agrônomo

### SINOPSE

Um estudo genético do caráter "fruto pendente" em algodoeiros da espécie alotetraplóide *Gossypium hirsutum* revelou que êle é determinado pela ação de dois pares de fatores Ph e Pr, provenientes respectivamente das espécies diplóides ancestrais *G. herbaceum* e *G. raimondii*. Os dados conduziram à conclusão de que existe uma interação entre cromossomos e citoplasma complicando a segregação nas populações híbridas obtidas com formas de fruto ereto. As fórmulas  $\pi$ , PhPhPrPr, e (0), phphprpr, são propostas para as formas de capulhos pendentes e eretos, respectivamente, e um mecanismo citogenético é sugerido para explicar o fenômeno.

### 1 — INTRODUÇÃO

Observa-se uma certa variação na posição do fruto quando se comparam as diferentes espécies de algodoeiros cultivados. As espécies asiáticas, *Gossypium herbaceum* e *G. arboreum*, apresentam as cápsulas maduras em posição pendente. Em *G. barbadense* a tendência dos frutos é de ficarem eretos, embora o comprimento considerável e a flexibilidade dos pedúnculos lhes confirmem uma posição pendente, ao fim do ciclo, na maioria das variedades dessa espécie. As cápsulas na espécie *G. hirsutum* são eretas, de maneira geral. Existem, porém, variações, procedentes de países asiáticos e africanos, cujos frutos são pendentes. A origem dessas variações não é bem conhecida, como é desconhecida a natureza genética do caráter «fruto pendente». É possível que se trate de uma introgressão das espécies asiáticas na tetraplóide *G. hirsutum*, que permaneceu em contato prolongado com elas. É possível, também, que sejam fruto da seleção natural, nas condições daquelas

(1) Resumo apresentado na Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Genética, realizada em Piracicaba, em 22 de julho de 1966. Recebido para publicação em 8 de março de 1967.

regiões. Com a finalidade de estudar o valor econômico desse caráter, foram feitos cruzamentos entre variedades comerciais do tipo Upland e um material proveniente do Vietnã, de capulho pendente, existente na coleção do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo desde o ano de 1956. O presente trabalho tem por objetivo apresentar as investigações feitas no sentido de elucidar o mecanismo genético de transmissão do caráter «fruto pendente» dentro da espécie *G. hirsutum* e discutir a hipótese da existência de uma influência citoplasmática na expressão dos genótipos estudados.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

Como pai de capulhos pendentes (fenótipo P), foi usada a variedade comercial de prefixo Tn-1, proveniente do Vietnã com o nome de TNI-HOA. As variedades comerciais IAC-12, Rex Cotton e Auburn 56 forneceram os pais de capulhos eretos (fenótipo E).

Cruzamentos recíprocos foram feitos, e dêles obtiveram-se populações  $F_1$  dos tipos P x E e E x P. Estudaram-se em anos consecutivos as populações  $F_2$  e  $F_3$ , obtidas por autofecundação, como também retrocruzamentos dos tipos  $RC^{E_1}$  (1.<sup>a</sup> geração após retrocruzamento para o pai E),  $RC^{E_2}$  (dois retrocruzamentos consecutivos para o pai E) e  $(RC^{E_1})_2$  (segunda geração, derivada por autofecundação, após retrocruzamento para o pai E).

As plantas usadas para a obtenção de sementes  $F_1$ , duas de cada variedade, foram plantadas em casa de vegetação. A partir das gerações  $F_1$  o material foi plantado no campo.

Como *a priori* não foi esperada influência do citoplasma na determinação da posição do fruto, deixou-se de fazer retrocruzamento para o pai vietnamita, que é de difícil cultivo em nossas condições de campo e muito suscetível à bacteriose. O material obtido teria pouco ou nenhum interesse do ponto de vista de melhoramento, e o seu estudo em condições de campo junto com o resto do material poderia malograr devido aos problemas de cultivo.

## 3 — RESULTADOS OBTIDOS

As sementes  $F_1$  foram obtidas em casa de vegetação, no ano agrícola de 1962/63. Em 1963/64 completaram o seu ciclo vegetativo, no

QUADRO 1. — Número de plantas encontrado por fenótipo observado nas populações híbridas de 1964/65, com indicação do estágio de segregação, do número da linha correspondente no campo e do total de plantas por linha. P = plantas com frutos pendentes; I = plantas intermediárias; E = plantas com frutos eretos

Origem	N.º da linha	Número de plantas				
		P	I	E	Sem fruto	Total
<i>Estádio F<sub>2</sub></i>						
IAC 12 x (Tn-1) .....	28.....	0	7	3	5	15
	30.....	1	9	8	0	18
	32.....	2	7	2	3	14
	34.....	5	6	3	0	14
	36.....	0	10	4	2	16
Auburn 56 x (Tn-1) .....	80.....	2	13	4	1	20
	81.....	6	4	1	1	12
	83.....	0	5	8	0	13
	85.....	2	8	3	1	14
	86.....	2	13	2	0	17
	88.....	4	6	4	2	16
(Tn-1) x IAC 12 .....	49.....	8	8	0	2	18
	51.....	4	9	2	1	16
	53.....	5	6	2	1	14
	55.....	4	4	0	0	8
	57.....	5	12	3	0	20
(Tn-1) x Auburn 56 .....	60.....	2	11	3	0	16
	62.....	5	10	2	1	18
	65.....	2	11	5	1	19
(Tn-1) x Rex Cotton .....	67.....	1	15	2	4	22
	70.....	2	6	6	2	16
<i>Estádio RC<sub>1</sub></i>						
IAC 12 x (Tn-1) x IAC 12 ..	29.....	2	5	2	1	10
	31.....	3	7	5	4	19
	33.....	4	5	3	0	12
	35.....	1	9	7	2	19
	37.....	2	3	0	0	5
Auburn 56 x (Tn-1) x Aub. 56	82.....	1	10	5	2	18
	84.....	0	1	3	0	4
	87.....	3	10	3	1	17
	89.....	2	7	3	4	16
(Tn-1) x IAC 12 x IAC 12 ..	50.....	5	8	1	1	15
	52.....	2	9	6	0	17
	54.....	2	13	3	2	20
	56.....	0	5	1	0	6
	58.....	2	12	1	2	17
(Tn-1) x Aub. 56 x Aub. 56 ..	61.....	0	7	2	0	9
	63.....	3	11	2	1	17
	66.....	1	7	6	2	16
(Tn-1) x Rex Cot. x Rex. Cot.	68.....	1	11	5	1	18
	71.....	2	14	3	0	19

campo, as plantas  $F_1$  dos tipos E x P e P x E, tôdas de caráter intermediário (fenótipo I).

As populações da segunda geração autofecundada e dos retrocruzamentos foram plantadas em 1964/65. Os fenótipos observados e os números de plantas correspondentes constam do quadro 1. Nessa geração observou-se a presença de plantas «sem fruto», nas quais houve secamento dos pedúnculos e conseqüente apodrecimento e queda das maçãs novas. Não foi constatada a ocorrência de macho-esterilidade. O quadro 2 apresenta os fenótipos observados nas gerações seguintes em 1965/66. Nessas gerações, a distinção entre os fenótipos P e I, de

QUADRO 2. — Número de plantas encontrado por fenótipo observado nas populações híbridas de 1965/66, com indicação do estágio de segregação, do número da linha correspondente no campo e do total de plantas por linha. P = plantas com frutos pendentes; I = plantas intermediárias; E = plantas com frutos eretos

Origem	N.º da linha	Número de plantas				
		P	I	E	Sem fruto	Total
<i>Estádio <math>F_3</math></i>						
(Tn-1) x IAC 12 .....	107 .....	2	6	5	0	13
	108 .....	1	2	3	0	6
(Tn-1) x Rex Cotton .....	116 .....	4	10	2	0	16
<i>Estádio <math>(RC_1)_2</math></i>						
(Tn-1) x IAC 12 x IAC 12 ...	109 .....	0	5	2	0	7
(Tn-1) x Aub. 56 x Aub. 56 ...	113 .....	1	6	10	0	17
(Tn-1) x Rex Cotton x R. Cot.	117 .....	2	4	4	0	10
(Tn-1) x Rex Cot. x Rex. Cot.	118 .....	1	8	7	0	16
IAC 12 x (Tn-1) x IAC 12 ...	98 .....	1	7	12	0	20
<i>Estádio <math>RC_2</math></i>						
IAC 12 x (Tn-1) x (IAC 12) <sup>2</sup>	99 .....	0	5	9	0	14
	100 .....	0	6	9	0	15
	101 .....	0	7	9	0	16
(Tn-1) x IAC 12 x (IAC 12) <sup>2</sup>	110 .....	1	4	9	9	14
	112 .....	1	5	12	0	18
(Tn-1) x Aub. 56 x (Aub. 56) <sup>2</sup>	114 .....	1	6	5	0	12
	115 .....	0	4	13	0	17
(Tn-1) x Rex Cot. x (Rex Cot) <sup>2</sup>	119 .....	2	7	3	0	12
	120 .....	0	9	10	0	19

um lado, e I e E, do outro, ficou menos marcante que nas gerações precedentes. Notou-se um esboço de variação gradual dentro de cada fenótipo. Atribuiu-se êsse fato, em parte, a uma interferência citoplasmática, e em parte ao efeito de recombinação de outros fatores, como o comprimento dos pedúnculos e a pilosidade da planta, que parecem ter efeito modificador sobre a expressão fenotípica do caráter estudado.

Um resumo das freqüências observadas é apresentado no quadro 3.

#### 4 — DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Do estudo das populações híbridas obtidas ressaltaram as seguintes considerações:

1 — A posição do fruto não seria um caráter quantitativo, havendo classes fenotípicas distintas e de diferenciação visual relativamente fácil. As figuras 1, 2 e 3 mostram uma vista de detalhe de

QUADRO 3. — Freqüências observadas dos fenótipos P (fruto pendente), I (intermediária), E (frutos eretos) e «sem fruto» por estágio de segregação, com indicação da natureza da mãe primitiva

Estádio	P	I	E	s/fruto	Total	Mãe da F <sub>1</sub>
F <sub>1</sub> .....	-----	100%	-----	-----	-----	-----
F <sub>2</sub> .....	38	92	25	12	167	P
F <sub>2</sub> .....	24	88	42	15	169	E
F <sub>3</sub> .....	7	18	10	0	35	P
RCE <sub>1</sub> .....	18	97	30	9	154	P
RCE <sub>2</sub> .....	5	35	52	0	92	P
(RCE <sub>1</sub> ) <sub>2</sub> .....	4	23	23	0	50	P
RCE <sub>1</sub> .....	18	57	31	14	120	E
RCE <sub>2</sub> .....	0	18	27	0	45	E
(RCE <sub>1</sub> ) <sub>2</sub> .....	1	7	12	0	20	E

cada um dos três fenótipos observados — P, E e I — nas populações  $F_2$ . Essas vistas devem ser tomadas num sentido relativo. As condições do ano influem grandemente na flexibilidade das hastes e conseqüentemente no aspecto dos fenótipos.

2 — Pelo menos dois pares de genes são envolvidos na determinação da posição do fruto em relação ao ramo frutífero, pois apareceram, nas populações  $F_2$ , plantas sem fruto com uma freqüência aproximada de  $1/16$  e cuja classe sugere a inviabilidade de alguma recombinação.

3 — Não é provável que haja mais de dois fatores, porque não se achou classe alguma com freqüência inferior a  $1/16$  nas populações  $F_2$ .

4 — Há razões para se supor a existência de uma interação entre citoplasma e núcleo, na determinação dos fenótipos.

De fato observou-se, nas populações  $F_2$  dos cruzamentos recíprocos, um desvio simétrico entre as freqüências dos tipos P e E, havendo uma falta relativa do tipo paternal. Por outro lado notou-se o aparecimento de plantas P nas populações de retrocruzamentos para o pai E, tanto nas do tipo  $P \times E \times E$  como nas do tipo  $E \times P \times E$ . A presença dessas plantas indica um fenômeno complexo de interação entre citoplasma e núcleo. As plantas «sem-fruto» seriam o resultado de recombinação entre genes modificados ou de atividade modificada. Essas modificações seriam devidas à «convivência», durante várias gerações celulares, com citoplasma diferente.

5 — Foi necessário considerar a própria origem alotetraplóide de *G. hirsutum*, para formular um modelo genético que permitisse explicar o fenômeno exposto acima.

Segundo teoria baseada nos trabalhos citogenéticos de Skovsted (4) e Gerstel (2), a espécie *G. hirsutum* teve origem num cruzamento entre *G. raimondii*, espécie selvagem encontrada no Peru, e *G. herbaceum*, algodoeiro asiático diplóide. Na primeira, os frutos são terminais, apresentam-se como prolongamento do ramo frutífero (figura 4). Na segunda, os pedúnculos se dirigem em direção ao solo, dando o aspecto de fruto pendente (figura 4). Por outro lado, o pai E dos cruzamentos, algodoeiro do tipo Upland, tem as cápsulas em posição ereta, dispondo-se, porém, em zig-zague, com tendência lateral em relação ao ramo frutífero. Já o pai P apresenta os capulhos em posição pendente, e seus pedúnculos divergem horizontalmente do ramo frutífero, no geral para um só lado (figura 1). Em outras palavras, o pai E tem



FIGURA 1. — Detalhe de uma planta (Tn-1) de frutos pendentes, fenótipo P. Nota-se a tendência lateral dos pedúnculos. Na abertura, a ponta dos frutos acaba virando-se para o solo. Nessas plantas notou-se a ocorrência de um ou outro fruto em posição ereta.



FIGURA 2. — Detalhe de uma planta tipo Upland, fenótipo E. Os frutos, eretos, se dispõem em ziguezague, posição que conservam até o fim do ciclo. Um ou outro fruto pode assumir, nessas plantas, uma posição pendente, principalmente dentre os que apresentam pedúnculos compridos.





FIGURA 3. — Detalhe de uma planta híbrida, de fenótipo I. Parte dos frutos tem uma posição lateral ou pendente, enquanto que a outra parte permanece ereta. A variação pode ocorrer dentro do mesmo ramo frutífero como também entre ramos, aparecendo na mesma planta ramos frutíferos com frutos pendentes e outros com frutos eretos.

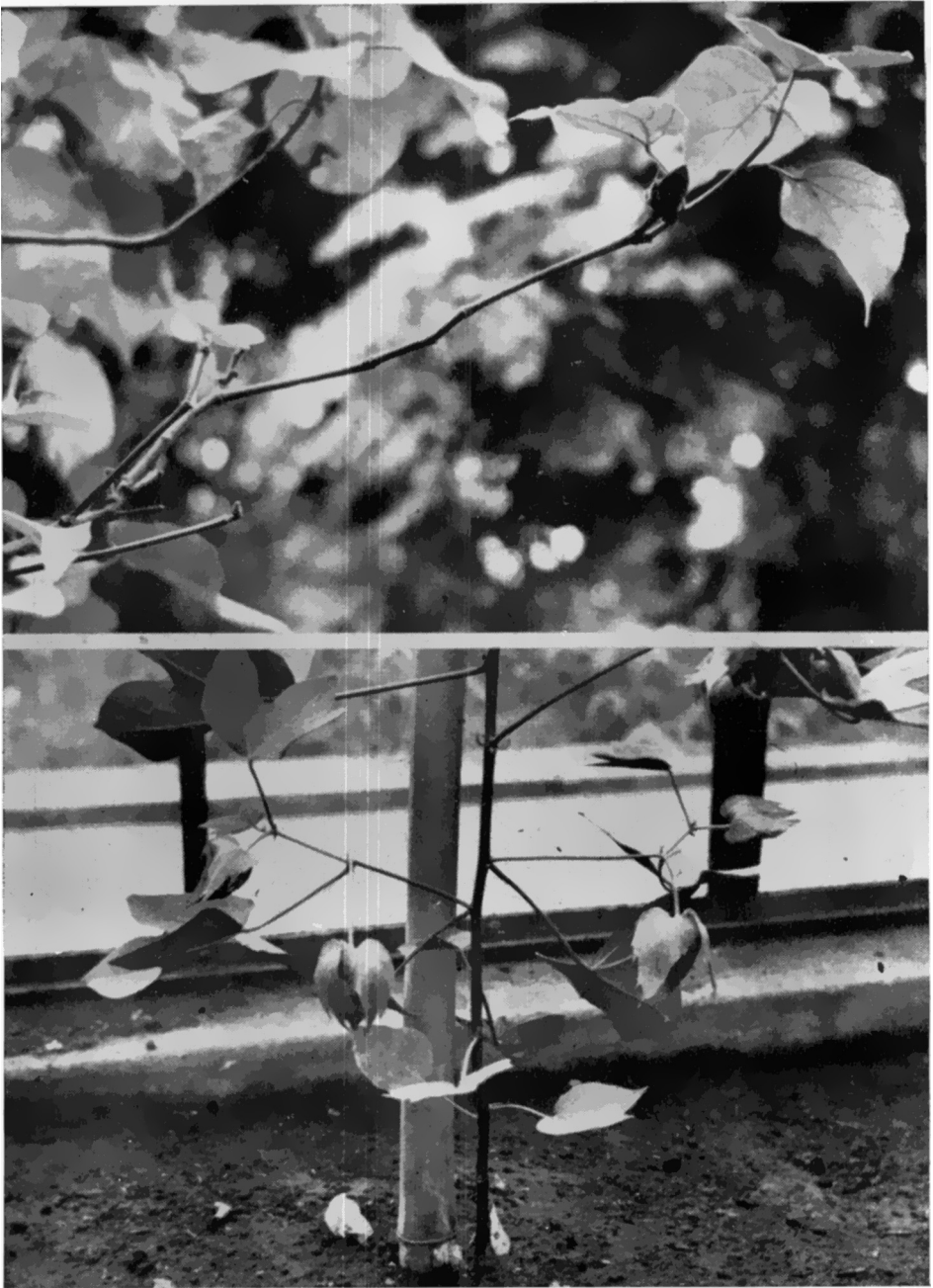


FIGURA 4. — Em cima — Ramo frutífero de uma planta de *G. raimondii*; nota-se a posição terminal e ereta do fruto. Embaixo — Detalhe de planta de *G. arboreum*, variedade Nanking, vendo-se os frutos pendentos.

capulhos eretos, mas não tão eretos como os frutos de *G. raimondii*, e o pai P tem cápsulas pendentes, porém não tão pendentes como em *G. herbaceum*.

O caráter pendente foi atribuído a uma certa propriedade  $\pi$  do citoplasma de *G. herbaceum* determinada pela atividade de um fator genético Ph. Não há dados, por enquanto, que permitam discutir a natureza de  $\pi$ , se é o resultado de um sistema de «operon», segundo o conceito de Zubay citado por Kammacher (3), ou um fator citoplasmático autônomo, que Caspari (1) chamou de «plasmon». É provável que se trate de uma propriedade bioquímica do citoplasma determinada por uma substância cuja síntese seria regulada por Ph. Também não se pode afirmar por enquanto se Ph representa um gene, um cromossomo, ou um braço de cromossomo. Em *G. raimondii* haveria um fator pr, correspondente a Ph, que não teria, porém, a atividade atribuída a esta espécie, e que estaria associado a um citoplasma desprovido da propriedade  $\pi$ , designada por (0).

Nos algodoeiros Upland teria prevalecido o citoplasma (0) de *G. raimondii* com inativação do fator Ph, surgindo a forma ph. No material (Tn-1) teria ocorrido uma mudança, aparecendo o citoplasma  $\pi$ , por introgressão ou por qualquer outra razão desconhecida, criando a forma pseudo-ativa Pr do fator pr. Esta forma estaria em equilíbrio com o citoplasma  $\pi$ , sem ter, porém, a capacidade de promover a síntese da referida substância. O quadro 4 resume os genótipos propostos.

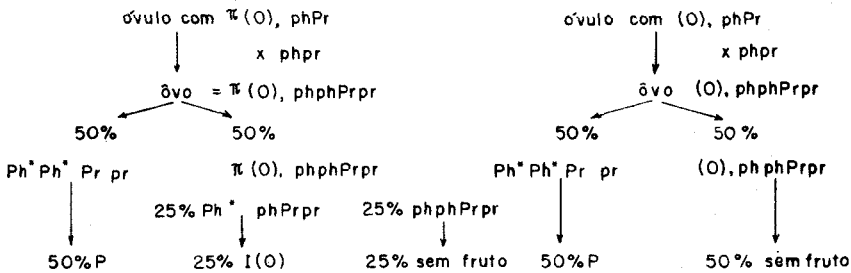


Figura 5

QUADRO 4. — Genótipos e citoplasmas propostos para os pais P (fruto pendente) e E (fruto ereto) da espécie *Gossypium hirsutum* L. assim como das ascendentes desta, *G. herbaceum* L. e *G. raimondii* Ulb., com indicação dos fenótipos correspondentes.  $\pi$  citoplasma ativo; O: citoplasma inativo

Nome	Genó- mio	Genótipo	Cito- plasma	Fenótipo
<i>G. herbaceum</i>	A <sub>1</sub>	PhPh	$\pi$	Fruto pendente, os pedúnculos divergem do ramo frutífero em direção ao solo.
<i>G. raimondii</i>	D <sub>5</sub>	prpr	0	Fruto ereto, o pedúnculo é prolongamento do ramo.
Pai P	(AD) <sub>1</sub>	PhPhPrPr	$\pi$	Fruto pendente, os pedúnculos divergem do ramo horizontalmente.
Pai E	(AD) <sub>1</sub>	phphprpr	0	Fruto ereto, os pedúnculos se dirigem para cima, mas com tendência lateral em ziguezague.

6 — Populações de F<sub>1</sub>. — As primeiras gerações híbridas, de genótipo uniforme, apresentariam um citoplasma de efeito atenuado, designado por  $\pi$ , quando provenientes de cruzamento P x E, ou um citoplasma parcialmente ativado,  $\pi(0)$ , quando provenientes de cruzamento E x P. Os fenótipos correspondentes foram designados por I( $\pi$ ) e I(0).

Genótipo	Fenótipo
$\pi$ , PhphPrpr	I( $\pi$ )
$\pi(0)$ , phPhprPr	I(0)

A diferenciação no campo, entre I( $\pi$ ) e I(0), não foi possível.

7 — Populações de retrocruzamento e de F<sub>2</sub>. — A presença de plantas P nas gerações de retrocruzamento para o pai E pôde ser explicada atribuindo-se ao fator Pr, na recombinação phPr, uma natureza deletéria em presença do citoplasma  $\pi(0)$  ou (0). Causaria um estado de desequilíbrio no óvulo, e conseqüente reação do óvo, após a fusão com um núcleo phpr, no sentido de restabelecer a forma Ph do fator para capulho pendente. Supõe-se que a reativação de ph esteja sujeita ao acaso, com probabilidade de 50%. Há dois casos a considerar, conforme a natureza do citoplasma do óvulo, o qual pode ser  $\pi(0)$  ou (0). Esquematizou-se o fenômeno, em termos de ciclos de interação, entre citoplasma e cromossomo, como mostra a figura 5.

QUADRO 5. — Segregação teórica proposta, nas populações F<sub>2</sub> e de retrocruzamento para o pai de frutos eretos RCE<sub>1</sub> (últimas colunas). P = plantas com frutos pendentes; I( $\pi$ ) e I(0) = plantas intermediárias; E = plantas com frutos eretos; S.fr. = plantas sem frutos

F <sub>1</sub> de mãe P: $\pi$ , PhphPrpr					F <sub>1</sub> de mãe E: $\pi$ (0), phPhprPr						
Citoplasma pro-vável do óvulo ...	$\sigma$	PhPr	Phpr	phPr	phpr	Citoplasma pro-vável do óvulo ...	$\sigma$	PhPr	Phpr	phPr	phpr
$\pi$ .....	PhPr	P	P	I( $\pi$ )	I( $\pi$ )	$\pi$ .....	♀	PhPr	P	I( $\pi$ )	I( $\pi$ )
$\pi$ .....	Phpr	P	I( $\pi$ )	I( $\pi$ )	I(0)	$\pi$ (0) .....	Phpr	Phpr	I( $\pi$ )	I( $\pi$ )	I(0)
$\pi$ (0) .....	phPr	I( $\pi$ )	I(0)	2/4 P 1/4 I(0) 1/4 s.fr.	2/4 P 1/4 I(0) 1/4 s.fr.	(0) .....	phPr	I(0)	I(0)	I(0)	2/4 P 2/4 s.fr.
$\pi$ (0) .....	phpr	I(0)	I(0)	E	E	(0) .....	phpr	E?	E	E	E

Designou-se por Ph\* o fator cuja atividade ficou restaurada. Por outro lado a forma homozigota phphPrPr produziria somente plantas «sem fruto».

A influência dos citoplasmas  $\pi$  e  $\pi(0)$  se manifestaria de maneira geral na formação dos fenótipos, como mostra o quadro 5.

Os quadros 6 e 7 mostram os testes de segregação nessas populações.

QUADRO 6. — Testes de segregação nas populações  $F_2$ . P = plantas com frutos pendentes; I = plantas intermediárias; E = plantas com frutos eretos; s.fr. = plantas sem frutos

Fenótipo	Freq. obs.	Freq. esp.	Freq. esp.	$\chi^2$	g.l.	Probabilidade
F <sub>1</sub> DE MÃE P						
P .....	38	14/64	36,5	0,06	1	-----
I .....	92	37/64	96,5	0,21	1	-----
E .....	25	8/64	20,9	0,80	1	0,35
s.fr. ....	12	5/64	13,1	0,09	1	-----
Total .....	167	1	167,0	1,16	3	0,75
F <sub>1</sub> DE MÃE E						
P .....	24	10/64	26,4	0,22	1	0,60
I .....	88	32/64	84,5	0,14	1	-----
E .....	42	16/64	42,3	0,002	1	-----
s.fr. ....	15	6/64	15,8	0,04	1	-----
Total .....	169	1	169,0	0,40	3	0,93

8 — Populações de terceira geração. — Os testes são apresentados nos quadros 8 a 10. Na determinação das frequências esperadas foi suposto que tudo continui ocorrendo de maneira idêntica ao que ocorre em  $F_2$  e  $RC_1$ . Isso pode não ser verdade se se admitir a existência de um fenômeno de coadaptação. Realmente houve uma ausência total de plantas sem fruto naquelas gerações, e somente uma ocorrência de plantas com «shedding» intenso foi observada em algumas populações. Como primeira aproximação, porém, pode-se supor a inexistên-

QUADRO 7. — Testes de segregação nas populações  $RCE_1$  (retrocruzamento para o pai E). P = plantas com frutos pendentes; I = plantas intermediárias; E = plantas com frutos eretos; s.fr. = plantas sem frutos

Fenótipo	Freq. obs.	Freq. esp.	Freq. esp.	X <sup>2</sup>	g.l.	Probabilidade
<b>F<sub>1</sub> DE MÃE P</b>						
P .....	18	2/16	19,3	0,09	1	-----
I .....	97	9/16	86,6	1,25	1	-----
E .....	30	4/16	38,5	1,88	1	0,17
s.fr. ....	9	1/16	9,6	0,04	1	-----
Total .....	154	1	154,0	3,26	3	0,35
<b>F<sub>1</sub> DE MÃE E</b>						
P .....	18	2/16	15,0	0,60	1	0,42
I .....	57	8/16	60,0	0,15	1	-----
E .....	31	4/16	30,0	0,03	1	-----
s.fr. ....	14	2/16	15,0	0,07	1	-----
Total .....	120	1	120,0	0,85	3	0,83

QUADRO 8. — Teste de segregação nas populações F<sub>3</sub>, de terceira geração. P = plantas com frutos pendentes; I = plantas intermediárias; E = plantas com frutos eretos; s.fr. = plantas sem frutos

Fenótipo	Freq. obs.	Freq. esp.	Freq. esp.	X <sup>2</sup>	g.l.	Probabilidade
<b>F<sub>1</sub> DE MÃE P</b>						
P .....	7	68,6/236	10,2	1,00	1	-----
I .....	18	94,5/236	14,0	1,14	1	-----
E .....	10	51,0/236	7,6	0,76	1	-----
s.fr. ....	0	21,9/236	3,2	3,25	1	0,07
Total .....	35	1	35,0	6,15	3	0,11

QUADRO 9. — Testes de segregação nas populações  $(RCE_1)_2$ , de segunda geração após retrocruzamento para o pai de frutos eretos. P = plantas com frutos pendentes; I = plantas intermediárias; E = plantas com frutos eretos; s.fr. = plantas sem frutos

Fenótipo	Freq. obs.	Freq. esp.	Freq. esp.	X <sup>2</sup>	g.l.	Probabilidade
F <sub>1</sub> DE MÃE P						
P .....	4	10,1/60	8,4	2,30	1	0,13
I .....	23	21,3/60	17,8	1,52	1	-----
E .....	23	27,0/60	22,5	0,01	1	-----
s.fr. ....	0	1,6/60	1,3	1,33	1	-----
Total .....	50	1	50,0	4,96	3	0,18
F <sub>1</sub> DE MÃE E						
P .....	1	9,5/56	3,4	1,69	1	0,19
I .....	7	19,3/56	6,9	0,001	1	-----
E .....	12	26,0/56	9,3	0,78	1	-----
s.fr. ....	0	1,2/56	0,4	0,43	1	-----
Total .....	20	1	20,0	2,90	3	0,40

QUADRO 10. — Testes de segregação nas populações  $RCE_2$ , de segundo retrocruzamento para o pai de frutos eretos. P = plantas com frutos pendentes; I = plantas intermediárias; E = plantas com frutos eretos; s.fr. = plantas sem frutos

Fenótipo	Freq. obs.	Freq. esp.	Freq. esp.	X <sup>2</sup>	g.l.	Probabilidade
F <sub>1</sub> DE MÃE P						
P .....	5	2,5/60	3,8	0,38	1	-----
I .....	35	27,0/60	41,4	0,99	1	-----
E .....	52	29,0/60	44,5	1,26	1	-----
s.fr. ....	0	1,5/60	2,3	2,30	1	0,13
Total .....	92	1	92,0	4,93	3	0,18
F <sub>1</sub> DE MÃE E						
P .....	0	2,0/56	1,6	1,61	1	0,20
I .....	18	25,0/56	20,1	0,22	1	-----
E .....	27	28,0/56	22,5	0,90	1	-----
s.fr. ....	0	1,0/56	0,8	0,80	1	-----
Total .....	45	1	45,0	3,53	3	0,31



cia de coadaptação. Outros fatores que concorreram sem dúvida para baixar a probabilidade dos testes nessas gerações foram a impossibilidade de manter o tamanho das populações no nível das gerações  $F_2$  e  $RC_1$  e a tendência de aparecer variação dentro de cada classe de fenótipo, fato já mencionado.

## 5 — CONCLUSÃO

Os resultados alcançados permitem concluir que embora a diferenciação entre os caracteres fruto ereto e fruto pendente, em *G. hirsutum*, seja devida à ação de dois pares de fatores, a natureza do citoplasma influi na determinação dos fenótipos. Além disso um fenômeno de equilíbrio entre citoplasma e genótipo vem complicar a segregação das populações híbridas.

Admitindo a validade do mecanismo ora proposto, ressaltam dois aspectos como importantes do ponto de vista de melhoramento:

1 — É relativamente fácil recuperar o caráter pendente, mesmo das populações de retrocruzamento para o pai E, graças ao processo de reativação do fator ph.

2 — Um processo de purificação deverá seguir a seleção para capulho pendente, por causa da existência do genótipo PhPhPrpr, que continua segregando.

## CYTOPLASMIC INFLUENCE ON THE DETERMINATION OF FRUIT POSITION IN *GOSSYPIUM HIRSUTUM*

### SUMMARY

A genetic study of the "pendent fruit" character, carried out on varieties of the tetraploid species *Gossypium hirsutum*, revealed that its inheritance is determined by two pairs of factors, which came from the ancestors *G. herbaceum* and *G. raimondii*. Segregating hybrid populations obtained with "erect fruit" varieties showed that there is an interaction between chromosomes and cytoplasm interfering in the phenomenon. The quality of the cytoplasm in the "pendent fruit" phenotype was designated by  $\pi$ . The formulae PhPh and prpr are proposed for the ancestors *G. herbaceum* and *G. raimondii*,  $\pi$ , PhPhPrPr and (O), phphprpr for the pendent and erect fruit types of *G. hirsutum*, respectively. A cytogenetic mechanism is suggested to explain the inheritance of the character.

**LITERATURA CITADA**

1. CASPARI, E. Cytoplasmic inheritance. *Advanc. Genet.* 2:1-66, 1948.
2. GERSTEL, D. U. Chromosomal translocations in interspecific hybrids of the genus *Gossypium*. *Evolution*, 7:234-244, 1953.
3. KAMMACHER, P. Le problème de la stérilité mâle à déterminisme cytoplasmique. *Cot. et Fibr. trop.* 21(2):215-230, 1966.
4. SKOVSTED, A. Cytological studies in cotton. II — Two interspecific hybrids between Asiatic and New World cottons. *J. Genet.* 28:407-424, 1934.