

COMPORTAMENTO DO GENOMA *Gossypium hirsutum* L. NA PRESENÇA DE CI
TOPLASMAS DE CINCO OUTRAS ESPÉCIES DE ALGODÃO. X

por

ANTÔNIO VALDINAR DE CARVALHO CUSTÓDIO

Dissertação apresentada ao Departa
tamento de Fitotecnia do Centro
de Ciências Agrárias da Universida
de Federal do Ceará, como parte
dos requisitos para obtenção do
Grau de "Mestre em Fitotecnia".

Fortaleza - Ceará

1 9 7 9

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Esta dissertação faz parte dos requisitos exigidos pelo Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, para obtenção do Grau de "Mestre em Fitotecnia".

Reprodução parcial permitida exclusivamente com referência da fonte e autor.

ANTÔNIO VALDINAR DE CARVALHO CUSTÓDIO

APROVADA EM 11 / 09 / 1979

Prof. FÁNUEL PEREIRA DA SILVA, Ph.D.

- Orientador -

Prof. JOSÉ FERREIRA ALVES, M.S.

Prof. RAIMUNDO DE PONTES NUNES, Ph.D.

Prof. RAIMUNDO GLADSTONE MONTE ARAGÃO, Ph.D.

À memória de meu Pai e à de todos os anônimos produtores de algodão do Nordeste que, como Ele, se fizeram os principais responsáveis pela economia da região. Imolaram-se pela Pátria no sacrifício do trabalho contínuo, embora quase nada tenham recebido para tanto.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará pela oportunidade dada para a realização deste trabalho.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia na pessoa de seu Coordenador, Prof. Clairton Martins do Carmo.

Ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, na pessoa de seu Diretor José Alencar Nunes Moreira, pela ajuda na análise das características de fibra.

Ao Prof. Fanuel Pereira da Silva pela sabedoria na orientação e o estímulo da amizade.

Ao Prof. José Ferreira Alves pelo acompanhamento amigo em todas as fases do experimento, principalmente na análise dos dados.

Ao Professor Raimundo de Pontes Nunes pela ajuda e compreensão.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, especialmente ao Prof. Raimundo Gladstone Monte Aragão.

Ao Prof. Afrânio Gomes Fernandes pelo estímulo, compre

ensão e interesse com que acompanhou o autor.

Ao Prof. Luis Augusto Castelo Branco Mourão pela ajuda valiosa.

Aos colegas Laudemiro Balduino da Nóbrega, Maria Cristina de Figueiredo e Albuquerque, Vicente de Paula Queiroga e João Aramis Dourado Cordeiro pela troca de conhecimentos, a alegria da convivência e a riqueza de suas amizades.

Aos alunos Joaquim Santos Rego e José Juciê pela ajuda nos trabalhos de campo.

À Empresa de Pesquisa Agro-Pecuária do Ceará na pessoa de seu presidente Artur Silva Filho, pelo apoio indispensável à publicação deste trabalho.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE QUADROS	vii
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	4
Aspectos Gerais	4
O Citoplasma como Ambiente Modificador do Efeito Gênico	5
O DNA Citoplasmático e seu Papel	7
Alguns Casos de Herança Extra-cromossômica	9
A Herança Citoplasmática em Plantas	11
Deficiência de Clorofila	11
Macho-esterilidade	12
Caracteres Agronômicos	14
MATERIAL E MÉTODOS	20
Procedimento Experimental	20
Análise Estatística	26
Análise de Variância	26
Parâmetros Genéticos	28
Interrelações entre Caracteres	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
Análise de Variância	32
Parâmetros Genéticos	39
Interrelações entre Caracteres	42
RESUMO E CONCLUSÕES	47
LITERATURA CITADA	49
APÊNDICE	54

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Formação de 5 germoplasmas de "Upland"	21
2	Resultados da Análise Química do Solo	24
3	Análise da Variância e Esperanças dos Quadrados Médios para Seis Características de Algodão (Genoma do <i>G. hirsutum</i> na presença de Cinco Outros Citoplasmas)	29
4	Análise da Variância e Esperanças dos Quadrados Médios para Oito Características de Algodão (Genoma do <i>G. hirsutum</i> na presença de Cinco Outros Citoplasmas)	30
5	Análise da Variância, coeficientes de variação (C.V.) e diferenças mínimas significativas (D.M.S.) das características agronômicas do genoma (<i>G. hirsutum</i> L. na presença de Cinco Outros Citoplasmas de algodão	33
6	Análise da Variância, coeficientes de variação (C.V.) e diferenças mínimas significativas das características tecnológicas e potencial de produção do genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na presença de Cinco outros Citoplasmas de algodão	35
7	Comportamento médio de catorze características em algodão (genoma do <i>G. hirsutum</i> na presença de cinco Citoplasmas de outras espécies de algodão)	37

8	Estimativa de alguns parâmetros genéticos de 14 características estudadas no genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na presença de cinco outros Citoplasmas de algodão	41
9	Coeficientes de correlação entre caracteres agronômicos e tecnológicos em algodão (genoma do <i>G. hirsutum</i> L. no citoplasma de cinco outras espécies)	44
10	Coeficientes de correlação entre caracteres agronômicos e tecnológicos em algodão (genoma do <i>G. hirsutum</i> L. no citoplasma de cinco outras espécies)	46
11	Análise da variância de dias para a floração em algodão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na presença de cinco outros Citoplasmas	55
12	Análise da variância da altura da planta em algodão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na presença de cinco outros Citoplasmas	56
13	Análise da variância do número de flores em algodão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na presença de cinco outros Citoplasmas	57
14	Análise da variância do número de capulhos em algodão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na presença de cinco outros Citoplasmas	58

15	Análise da variância do "Shedding" em algodão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na presença de cinco outros Citoplasmas	59
16	Análise da variância do peso médio do capu <u>l</u> ho em algodão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na presença de cinco outros Citoplasmas	60
17	Análise da variância do potencial de produção em algodão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na pre <u>s</u> ença de cinco outros Citoplasmas	61
18	Análise da variância da resistê <u>n</u> cia da fibra em algodão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na pre <u>s</u> ença de cinco outros Citoplasmas	62
19	Análise da variância da finura da fibra em al <u>g</u> odão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na presença de cinco outros Citoplasmas	63
20	Análise da variância da uniformidade da fibra em algodão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na pre <u>s</u> ença de cinco outros Citoplasmas	64
21	Análise da variância do comprimento da fibra em algodão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na pre <u>s</u> ença de cinco outros Citoplasmas	65
22	Análise da variância da porcentagem de semen <u>t</u> es em algodão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na presença de cinco outros Citoplasmas	66

23	Análise da variância da percentagem de fibras em algodão, genoma <i>G. hirsutum</i> L. na presença de cinco outros Citoplasmas	67
24	Análise da variância do peso de 100 sementes em algodão, genoma do <i>G. hirsutum</i> L. na presença de cinco outros Citoplasmas	68

INTRODUÇÃO

O algodão, cuja produção no Nordeste do Brasil repousa hoje sobre a exploração de várias populações do gênero *Gossypium*, já era cultivado na região, no início do século XVI, pelos indígenas. Com base nas descrições de JEAN LERY e SOARES DE SOUZA (citados por BOULANGER, 1971), não parece restar nenhuma dúvida de que uma das primeiras espécies cultivadas foi o *Gossypium barbadense* var. *brasiliense*, conhecida vulgarmente como "Rim de Boi", "Caroço Grande" ou "Crioulo".

A cultura do "Rim de Boi" se expandiu por todos os estados do Nordeste, interiorizando-se e tornando-se, rapidamente, uma cultura de exportação, à base de trabalho escravo. Na segunda metade do século XVIII, o algodão do Ceará e Maranhão já era exportado para Inglaterra e Portugal.

No início do século XIX, a concorrência Norte-Americana provocava um decréscimo na produção nordestina, pois os proprietários das zonas úmidas orientaram-se para a produção de cana-de-açúcar, e os grandes proprietários da zona semi-árida transformaram-se em criadores de gado.

A partir da metade do século XIX, o Brasil voltaria à sua posição de destaque como produtor mundial de algodão. Isto se deveu, principalmente, à queda da produção nos Estados Unidos, motivada pela Guerra de Secessão. Foi também por esta época e pelos mesmos motivos que se efetuaram repetidas introduções, a partir dos Estados Unidos, de cultivares pertencentes às espécies

G. barbadense e *G. hirsutum* L. "Estas variedades, misturaram-se às variedades arbóreas aqui existentes, dando como resultado um tipo de algodão genericamente chamado de "herbáceo" (BOULANGER & PINHEIRO, 1971).

Com o fim da Guerra da Secessão nos Estados Unidos e a abolição da escravatura no Brasil em 1888, os agricultores do Sul e os grandes proprietários do Nordeste brasileiro abandonaram o cultivo do algodão, que só voltou a florescer quando da Primeira Guerra Mundial. Foi por esta época que o "Rim de Boi" e o "Quebra-dinho" foram praticamente erradicados do Sertão e do Seridó cedendo lugar a uma variedade melhor adaptada e resistente à seca, e boas características de fibra, cultivada com o nome de "Mocó" (*G. hirsutum* var. *Marie Galante* Hutch). A cultura deste algodoeiro foi, durante anos, no Nordeste brasileiro, "ainda que precariamente, a razão de ser da permanência do homem no sertão, motivo de sua fixação e apego à terra, base sócio-econômica de toda a vida agropastoril da região" (VELOSO, 1956).

A partir de então, a produção de algodão no Nordeste cresceu gradativamente, enfrentando fatores climáticos e econômicos adversos. No Ceará, o algodão é cultivado praticamente em todos os municípios, tendo desempenhado, durante muito tempo, o papel de carro chefe da combalida economia do Estado. Apesar disso, sua cultura não sofreu o melhoramento devido, "permanecendo portadora de uma população fortemente heterogênea de genótipos oriundos de múltiplas combinações de patrimônio hereditário (BOULANGER & PINHEIRO, 1971). Como consequência, a produtividade do algodão no Ceará, é baixíssima - 238 kg/ha para o algodão arbóreo e 482

kg/ha para o herbáceo - quando comparada por exemplo, com o Paraná - 1489 kg/ha para o algodão herbáceo (Anuário Estatístico do Brasil, 1977). Ainda de acordo com a mesma fonte, para produzir apenas 15% da produção nacional, o Ceará ocupa 30% da área cultivada em todo o país.

Há, portanto, necessidade de um esforço maior no melhoramento de variedades de algodoeiro mais adaptadas à nossa região. Este trabalho é uma contribuição nesse sentido. Afasta-se porém do caminho tradicional trilhado pelos melhoristas e baseado na herança nuclear. Envereda por outro caminho menos conhecido que é o da herança citoplasmática e tem o propósito de avaliar a influência de cinco diferentes citoplasmas sobre as características agrônomicas e tecnológicas do algodão.

1. Aspectos Gerais

A herança extra-cromossômica, hoje, é praticamente aceita por todos os biólogos e melhoristas. É claro que ainda não se pode determinar até que ponto vai sua importância, quando comparada com a herança nuclear, pois, segundo HARVEY et al. (1972), as pesquisas sobre herança extra-cromossômica têm sido limitadas pela falta de técnicas adequadas que possam facilitar o entendimento de como são herdadas as características citoplasmáticas. Além disso, o papel do citoplasma na herança foi relegado a um segundo plano pelo rápido desenvolvimento das técnicas genéticas de melhoramento de plantas, durante a primeira metade do século. O uso intensivo destas técnicas, baseadas nos conhecimentos sobre genes nucleares, levou os melhoristas à exploração do vigor em híbridos F_1 , possibilitada, em escala comercial, com a consecussão e manutenção de linhas macho-estéreis.

Despertou-se então o interesse para a herança citoplasmática, pois, em 1931 e 1933, RHOADES relatava um tipo de macho-esterilidade em milho, controlada por fatores citoplasmáticos e facilmente influenciada por condições ambientais, revertendo com facilidade à condição fértil.

Somente em 1952, quando ROGERS e EDWARDSON descobriram o macho-estéril Tcms (Texas cytoplasmic male sterile) o uso da ma

cho-esterilidade passou a ser comum entre os produtores comerciais da semente de milho.

Foi preciso, no entanto, um quase desastre na produção de milho nos Estados Unidos em 1970 para que a importância da herança citoplasmática fosse realmente reconhecida. O Tcms era o único citoplasma usado para a produção de semente híbrida, apesar de VILLAREAL & LANTICAN (1965) citados por HARVEY et al. já terem alertado para sua susceptibilidade ao patógeno *Helminthosporium maydis*. Em 1970, este patógeno atacou dramaticamente a cultura de milho nos Estados Unidos, alarmando os produtores. Tornou-se então patente a necessidade de um maior aprofundamento no estudo da herança citoplasmática. Na verdade, em 1971, TATUM (citado por HARVEY et al. 1972) resumia assim suas opiniões: "O aparecimento dessas doenças em milho, para as quais se nota uma sensibilidade de certos citoplasmas, enfatiza dramaticamente a necessidade de conhecermos melhor a genética citoplasmática".

2. O Citoplasma como Ambiente Modificador do Efeito Gênico

É sabido que o DNA nuclear não pode determinar o desenvolvimento de caracteres biológicos na ausência de outros componentes celulares. De fato, a formação de proteínas, que reflete a informação contida nos genes, se dá no citoplasma por meio de vários tipos de moléculas de RNA, elaboradas através da transcrição do DNA nuclear.

Por outro lado, sabe-se que os efeitos gênicos são consideravelmente modificados pelo ambiente. O citoplasma que cir

cunda o núcleo é uma importante fonte de efeitos ambientais sobre o genótipo. Na verdade, o citoplasma é uma complicada e heterogênea mistura de substâncias, cuja distribuição em diferentes regiões nem é uniforme nem aleatória. Baseados nessa informação é que MARKERT & HEINRICH URSPRUNG (1971) elaboraram, inclusive, sua hipótese para a diferenciação celular no desenvolvimento embrionário. Segundo eles afirmam, "os genes nos núcleos... encontram-se necessariamente em vários ambientes citoplasmáticos. Presumivelmente, esses diferentes ambientes causam a ativação de diferentes grupos de genes. Os genes ativados geram novos ambientes citoplasmáticos, os quais reagem com o genoma da célula e originam uma ativação seletiva ou inibição de novos grupos de genes. Assim é iniciada uma seqüência de reações recíprocas entre o genoma e os ambientes citoplasmáticos que se modificaram, de maneira que a célula é conduzida ao longo de uma linha predestinada de diferenciação até atingir o tipo celular adulto final".

Uma prova de que a função nuclear depende da natureza do citoplasma é o resultado dos experimentos de GURDON (1963), HENNEN (1963, 1965), citados por MARKERT & URSPRUNG (1971), sobre transplante nuclear em anfíbios. Este transplante consiste em implantar um núcleo diplóide de uma espécie no ovo anucleado de outro. Assim, eles conseguiram um híbrido entre as espécies *Rana palustris* (doadora do núcleo) e *Rana pipiens* (doadora do citoplasma). Os híbridos dessas duas espécies desenvolveram adultos normais, com características intermediárias entre as duas espécies paternas. Todavia, se o núcleo de uma célula de *Rana pipiens* é transplantado para o citoplasma de *Rana palustris*, o desen

volvimento não alcançará a forma adulta normal, mas cessará durante os primeiros estágios larvais. Se retransplantados para seu próprio citoplasma, os núcleos de *Rana pipiens* voltam a desempenhar normalmente o seu papel. A evidência é clara de que o comportamento nuclear depende substancialmente do citoplasma.

Outros exemplos de interações núcleo-citoplasmáticas são encontrados no chamado efeito materno, que é o fenômeno pelo qual determinada característica lembra muito mais a mãe do que o pai. Isto é facilmente observado em descendentes de cruzamentos recíprocos que não têm o mesmo fenótipo. Como afirmam MARKERT & URSPRUNG (1971), e como é facilmente observável por todos, o burro filho de égua com jumento difere em peso e estatura do burro filho de jumenta com cavalo. Ora, sabe-se que o óvulo tem núcleo e citoplasma e que o espermatozóide tem apenas núcleo. Assim, no híbrido, o efeito materno deve ser exercido pelo citoplasma.

O efeito materno também foi observado por CASPARI (1936) com relação à cor dos olhos em *Ephesia kuhniella* e por SPURWAY (1948) com relação à esterilidade em *Drosophila sub-obscura*, ambos os pesquisadores citados por STRICKBERGER (1970).

3. O DNA Citoplasmático e seu Papel

O primeiro caso de herança devida aos cloroplastos foi referido por CORRENS em 1909, citado por STRICKBERGER, 1970. Ele observou que certa variedade de *Mirabilis jalapa* (bonina) tinha ramos que produziam folhas brancas e outros que produziam folhas

variegadas. Em cruzamentos entre flores destes ramos, a descendência será toda de folhas verdes se a flor usada como feminina for de um ramo de folhas verdes. Além disso, tal descendência terá sempre folhas verdes através das gerações até onde a planta usada como feminina for de folhas verdes. Da mesma forma, se com pólen de um ramo de folhas verdes ou brancas, polinizamos flores de ramos com folhas variegadas, todos os descendentes terão folhas variegadas. A cor das folhas em *Mirabilis jalapa*, portanto, é um caráter que depende de um fator existente no citoplasma materno, o qual parece perpetuar-se.

A cor verde é devida à clorofila existente nos cloroplastos, que, por possuírem DNA (RIS, 1962; CHUN, 1963; EDELMAN, 1965, citados por STRICKBERGER, 1970; e GRANICK & GIBOR, 1967, citado por HARVEY et al., 1972) são capazes de auto-duplicar-se. Por isso, podemos admitir a continuidade entre citoplasmas da mesma forma que existe continuidade genética entre núcleos. Assim, uma mudança na estrutura do cloroplasto pode perpetuar-se da mesma maneira como se perpetua uma mudança na estrutura genética (STRICKBERGER, 1970). Como os cloroplastos só se encontram no citoplasma, sua transmissão para as gerações seguintes só pode ser feita através do gameta feminino.

O papel do DNA citoplasmático pode ser comprovado diante de algumas evidências. A quantidade de DNA do cloroplasto é aproximadamente a mesma do DNA de uma bactéria (NOLL, 1970, citado por HARVEY et al., 1972). E é lógico que a evolução não permitiria a preservação de tal DNA no cloroplasto se ele não tivesse uma significação importante. Além disso, o DNA do cloroplasto di

ferencia-se do DNA nuclear na densidade, na composição de bases (TEWARI & WILDMAN, 1970, citados por HARVEY et al., 1972) e nas propriedades de renaturação (KUNG & WILLIAMS, 1969, citados por HARVEY et al., 1972). Outras características do DNA do cloroplasto são: a capacidade de ele dirigir sua própria síntese (SPENCER & WHITFIELD, 1967), a presença de tRNA e de aminoacil-tRNA sintetase (ALIEV et al., 1967) e a codificação de RNA ribossômico, mensageiro e de transferência (TEWARI & WILDMAN, 1970, citados por HARVEY et al., 1972).

O DNA da mitocôndria, por seu lado, tem propriedades estruturais únicas e pode ser replicado dentro da organela. A mitocôndria pode sintetizar RNA e contém ribossomos e rRNA que diferem daqueles do citoplasma tão bem quanto os tipos específicos de tRNA e de aminoacil-tRNA-sintetases. A organela pode também incorporar aminoácidos e o sistema de incorporação difere, em sensibilidade, do sistema citoplasmático, no que diz respeito a vários antibióticos. Pode-se, pois, inferir que o DNA mitocondrial deve ter um papel genético (TEWARI, 1971, citado por HARVEY et al., 1972).

4. Alguns Casos de Herança Extra-cromossômica

SAGER (1965) descobriu que um fator extra-cromossômico que confere resistência à estreptomicina em clamidomonas é herdado somente através de um tipo de cruzamento, precisamente aquele em que o gameta materno é resistente à estreptomicina. O fator

que confere esta resistência, portanto, se autoreproduz no citoplasma.

Em *Saccharomyces cerevisiae*, EPHRUSSI e colaboradores (1953) descobriram variedades que são deficientes na habilidade de utilizar o oxigênio no metabolismo de carboidratos. Uma análise das enzimas envolvidas neste processo, mostrou que estas variedades são carentes de citocromo oxidase, enzima associada com as organelas mitocondriais. A herança desta deficiência respiratória não segue uma distribuição mendeliana, o que sugere uma herança citoplasmática.

Em 1943, SONNEBORN demonstrou a herança citoplasmática de duas características em linhagens de *Paramecium aurélia*. Uma linhagem, a de Nº 51, portadora da característica chamada "matador", tinha a propriedade de destruir outra linhagem, a de Nº 47, por isso chamada de "sensível". Durante um processo demorado de conjugação entre estas espécies, dá-se uma troca de citoplasma entre os conjugantes e o caráter "matador" é transferido. A transferência se dá através de uma partícula citoplasmática chamada de "Kappa", existente às centenas, no citoplasma do *Paramecium*.

Em *Drosophila*, a maioria das espécies pode ser anestesiada por exposição ao dióxido de carbono, sem que haja outros efeitos colaterais. Estas espécies são chamadas "resistentes" ao CO₂. Algumas espécies, no entanto, são "sensíveis" ao CO₂ e, se a ele forem expostas, morrerão. Esta característica foi descoberta por L'HERITIER e TEISSIER (1958), e sua herança se deve a uma partícula citoplasmática semelhante a um vírus e chamada de "sig

ma".

5. A Herança Citoplasmática em Plantas

Aqui não se pretende incluir todos os estudos feitos sobre herança citoplasmática em plantas, mas somente aqueles que possam lançar alguma luz sobre o problema específico que se quis abordar no presente trabalho.

5.1. Deficiência de Clorofila

Um grande número de espécies vegetais apresenta dois tipos de plastídios: normais, de cor verde e mutantes, incolores. Estes tipos de plastídios são herdados maternalmente (CORRENS, 1909; RHOADES, 1943; BHAN, 1964; JINKS, 1964; KIRK, 1967; TILNEY-BASSETT, 1967, citados por HARVEY et al., 1972).

Segundo SMITH (1958), citado por HARVEY et al. (1972), as variações de clorofila em fumo podem ser de dois tipos: as que são herdadas citoplasmaticamente e aquelas que são resultantes de uma interação de genes nucleares para eliminar os efeitos citoplasmáticos.

LOBEL & BENEDICT (1971), citados por HARVEY et al. (1972), trabalharam com mutantes variegados de *G. hirsutum* L., observando sua capacidade de fixação de CO₂.

5.2. Macho-esterilidade

Numa revisão em 1970, EDWARDSON incluiu citações sobre a macho-esterilidade em 80 espécies, 25 gêneros e 6 famílias. Ele afirmou também que os sítios dos fatores de esterilidade, a de terminação de como eles são transmitidos, a elucidação dos mecanismos que controlam a esterilidade têm recebido menor atenção do que o uso da macho-esterilidade citoplasmática na exploração da heterose. EDWARDSON também estabeleceu que as fontes de macho-estêreis citoplasmáticos podem ser agrupadas em: intergenéticas, interespecíficas, intraespecíficas e aparentemente espontâneas.

O uso da macho-esterilidade na produção de híbridos começou com RHOADES na década de 30. Este uso foi melhorado por ROGERS & EDWARDSON (1952) que passaram a usar o Tcms ("Texas cytoplasmic male sterile"). Eles usaram o gene restaurador de fertilidade que não alterava as características do citoplasma. Prova disso foi o severo ataque ao milho híbrido pelo *Helminthosporium maydis* e pelo *Phyllosticta zeae*. Estes patógenos atacaram o citoplasma Tcms independentemente da presença de genes restauradores.

WILSON & ROSS referiram-se à macho-esterilidade em trigo em 1962. MAAN & LUCKEN fizeram uma revisão em 1971 e sugeriram a nomenclatura: linha-A é aquela que tem macho-esterilidade citoplasmática; linha-R é aquela que tem gene ou genes restauradores de fertilidade; linha-B é o complemento fértil de uma linha-A, sem gene restaurador e que é usado como doador do pólen para manutenção da linha-A. A linha-B é isogênica com relação à linha-A, exceto no que diz respeito aos citoplasmas.

KIHARA (1967) descreveu brevemente um método de substituição e restauração de núcleos em trigo e observou a macho-esterilidade devida aos citoplasmas de três espécies: *Aegilops caudata*, *Ae. ovata* e *Triticum timopheevi*.

Em sorgo, estudaram a macho-esterilidade: STEPHENS & HOLLAND (1954), ALAM & SANDAL (1967).

Em fumo, parece ser um fenômeno generalizado que o citoplasma de uma espécie (A) combinado com o genoma parcial ou completo de uma espécie (B) sempre produzirá macho-esterilidade. Além disso, os restauradores genéticos da fertilidade do pólen serão encontrados em certos cromossomos da espécie (A) (SMITH, 1968).

Em batata, GRUN (1970), citado por HARVEY et al. (1972) trabalhando com a espécie *Solanum tuberosum*, determinou uma interação entre um fator citoplasmático e um gene nuclear. O gene *In* determina a indeiscência das anteras e a macho-esterilidade na presença do fator citoplasmático *In^S*. Na presença do fator citoplasmático *In^r*, a planta é normal.

Em 1965, MEYER, através de cruzamentos recíprocos em algodão, estudou a influência do citoplasma na macho-esterilidade. Segundo a autora, a macho-esterilidade completa aparece quando um gene parcialmente recessivo é homozigoto em plantas com citoplasma *Gossypium anomalum*. Cruzamentos recíprocos destas plantas com *G. hirsutum* "M8" (um haplóide duplo), produzem progênes altamente férteis se o citoplasma é do *G. anomalum*. Concluiu ainda a autora que fatores ambientais, dos quais a temperatura pode ser o mais importante, determinam o nível de expressão da esterilidade na combinação genótipo-citoplasma.

A macho-esterilidade em *G. hirsutum* L. pode ser causada por genes mutantes (ms_1 , ms_2 , ms_3 e Ms_4), pelo citoplasma de outra espécie, por pressão ambiental e por tratamento químico. A esterilidade genética varia, em expressão, da completa esterilidade devida a um gene dominante a uma parcial esterilidade devida a um gene recessivo. Já a esterilidade genético-citoplasmática, com citoplasmas do *G. anomalum* e *G. arboreum*, variam em resposta aos genes e ao ambiente. No entanto, os tipos de *G. barbadense* L. produzem híbridos F_1 completamente férteis, quando cruzados com os citoplasmas estéreis do *G. anomalum* e *G. arboreum*. Finalmente, a esterilidade ambiental é afetada principalmente pela temperatura. Temperaturas máximas diárias, 15 a 16 dias antes da antese, afetam a esterilidade mais que outros fatores ambientais (MEYER, 1969).

A importância maior da macho-esterilidade é sua potencialidade comercial para a produção de híbridos. Para isso, têm que ser mantidas as linhas macho-estéreis. A manutenção se torna possível com o uso das linhas B. Em 1970, MEYER desenvolveu linhas B para a manutenção da macho-esterilidade em algodão.

5.3. Caracteres Agronômicos

Em termos de comparação com a herança nuclear, pouco é conhecido a respeito do controle do citoplasma sobre características tidas como agronômicas.

Alguns casos foram assinalados por DUVICK (1958), cita

do por HARVEY et al. (1972), que, trabalhando com sete híbridos macho-estéreis de milho, determinou algumas diferenças, devidas à influência do citoplasma, no número de plantas estéreis, na produção, no número de perfilhos por planta e na resistência à ferrugem (*Phyllosticta zeae*) e ao *H. maydis*.

FLEMING et al. (1960) estudou o efeito do citoplasma sobre o genótipo de um cruzamento recíproco em milho. Os tamanhos da planta e da espiga foram significativamente diferentes. Houve também diferenças no número de plantas eretas e na produção de grãos, embora estas diferenças tenham sido de uma magnitude relativamente baixa e muito influenciadas pelo ambiente.

Num trabalho com seis citoplasmas exóticos de milho, SINGH (1966) constatou diferenças na produção de grãos, comprimento da espiga e umidade do grão na colheita.

HSAM & LARTER (1974) estudaram a influência do citoplasma sobre as características agronômicas, em cruzamentos recíprocos de diferentes espécies de trigo. Os citoplasmas usados foram hexaplóide (6x) da espécie *Triticum aestivum* L. e Thell e o tetraplóide (4x) da espécie *T. turgidum* L. Os autores observaram que os híbridos F_1 com citoplasma 6x eram 3% mais vigorosos e desenvolviam 25% mais de perfilhos férteis que os híbridos F_1 com citoplasma 4x.

O efeito do citoplasma sobre o número de anteras em algodão foi estudado por MEYER & MEYER (1964) e também observado por RHYNE (1965). Em 1965, MEYER ratificava estes resultados, afirmando ainda que há uma considerável variabilidade genética para os fatores que afetam o número de anteras em algodão, mas os

genes s \tilde{o} se expressam na presen \tilde{c} a dos citoplasmas *Gossypium ano-*
malum e *G. arboreum*.

Em 1971, continuando seus estudos quanto \tilde{a} influ \tilde{e} ncia do citoplasma no n \acute{u} mero de anteras em algod \tilde{a} o, MEYER trabalhou com 5 citoplasmas, sendo um tetrapl \tilde{o} ide, o do *G. tomentosum* e quatro dipl \tilde{o} ides das esp \acute{e} cies *G. anomalum*, *G. herbaceum*, *G. arbo-*
reum e *G. harknessii*. Estes citoplasmas, segundo o autor, diferem significativamente em n \acute{u} mero de anteras por flor. O maior n \acute{u} mero de anteras se desenvolve em plantas com o citoplasma *G. harknessii*. As plantas com citoplasmas das outras esp \acute{e} cies dipl \tilde{o} ides apresen-
taram o mais baixo n \acute{u} mero de antera por flor.

MEYER ainda abordou o mesmo problema em 1972, quando usou algod \tilde{a} o com citoplasma do *G. longicalyx*, uma esp \acute{e} cie selva-
gem dipl \tilde{o} ide africana, em cruzamentos rec \acute{i} procos com citoplasmas de sete outras esp \acute{e} cies. Os h \acute{i} bridos F $_1$ com citoplasma *G. longi-*
calyx diferem significativamente, no n \acute{u} mero de anteras, dos h \acute{i} -
bridos com citoplasma da esp \acute{e} cie americana dipl \tilde{o} ide (*G. harknes-*
sii) e dos h \acute{i} bridos com citoplasma das tr \tilde{e} s esp \acute{e} cies tetrapl \tilde{o} i-
des (*G. hirsutum*, *G. barbadense* e *G. tomentosum*). J \tilde{a} com rela \tilde{c} o-
 \tilde{a} s esp \acute{e} cies dipl \tilde{o} ides asi \tilde{a} ticas e africanas (*G. herbaceum*, *G. ar-*
boreum e *G. anomalum*) as diferen \tilde{c} as entre os h \acute{i} bridos rec \acute{i} procos s \tilde{a} o menos significativas.

Em 1973, MEYER realizou um estudo com h \acute{i} bridos rec \acute{i} pro-
cos do algod \tilde{a} o (*G. hirsutum*) e linhas experimentais com citoplas-
mas de sete outras esp \acute{e} cies. O objetivo era observar diferen \tilde{c} as
significativas nas caracter \acute{i} sticas agron \tilde{o} micas dos h \acute{i} bridos por-
tadores de citoplasmas diferentes. Seguem-se as observa \tilde{c} o \tilde{e} s da

autora para cada citoplasma:

o único efeito significativo do citoplasma *G. herbaceum* foi uma elevada percentagem de pluma e uma diminuição no comprimento da fibra;

a produção de pluma foi significativamente mais baixa quando o citoplasma *G. arborescens* esteve presente, mesmo que flores macho-estêreis não tenham sido observadas;

o citoplasma *G. anomalum* apresentou uma inusitada variação no tamanho das plantas e na resistência das fibras. Apresentou também óvulos externos nas margens das pétalas e nas colunas estaminais. A produção foi baixa, embora não tenha sido significativa;

plantas resultantes de retrocruzamento com o citoplasma *G. harknessii* apresentaram-se significativamente mais baixas que seus recíprocos, produziram menos, além de fornecerem menor comprimento de fibra, baixa percentagem de pluma e pequeno número de sementes por cápsula;

o vigor geral de populações não selecionadas com citoplasma *G. longicalyx* foi claramente mais baixo que nos híbridos recíprocos. Os "stands" foram mais baixos, houve mais plantas doentes, o crescimento foi mais lento e as sementes eram menores e em pequena quantidade. Observou-se um interessante efeito associado com o citoplasma *G. longicalyx*. Mesmo sendo o peso de 100 sementes claramente reduzido, a % de fibra é mais alta pelo menos nos retrocruzamentos recíprocos. O comprimento e a resistência da fibra foram normais, mas a fibra apresentou-se mais fina. Apesar da redução no vigor geral das progêneses, algumas plantas apresen

taram excepcional produção;

os citoplasmas das três espécies tetraplóides estudadas (*G. hirsutum*, *G. barbadense* e *G. tomentosum*) não apresentaram diferenças significativas na produção, características da cápsula ou propriedade da fibra.

MEYER (1978), em cruzamentos recíprocos entre *G. hirsutum* e *G. tomentosum*, observou que o citoplasma tem influência sobre algumas características tais como cor da pétala, características da fibra e apodrecimento do fruto.

MAHILL & DAVIS (1978) observaram a influência dos citoplasmas macho-estéril e normal sobre a expressão da ferrugem bacteriana em algodão. Para estes autores, o citoplasma *G. harknessii* aumenta, de maneira marcante, a resistência à ferrugem bacteriana (*Xanthomonas malvacearum* (E. F. Sm) Dowson). Este foi, por sinal, o primeiro caso de que se tem notícia de uma resistência citoplasmática a algum tipo de doença em algodão.

CHEN & MEYER (1978) estudaram a associação entre a herança nuclear citoplasmática da RuDP - carboxilase e petalóides em *Gossypium*. Observaram que as anteras são substituídas por petalóides quando o genoma do *G. arboreum* L. é transferido para o citoplasma do *G. anomalum* Wawra e Peyr. A enzima fotossintética ribulose-1,5 difosfato carboxilase (RuDP-carboxilase) age dentro dos cloroplastos. Ela se compõe de uma pequena sub-unidade especificada pelo DNA nuclear e de uma grande sub-unidade codificada pelo DNA dos plastídeos. A sub-unidade grande, portanto, é sempre herdada matematicamente. Tanto a sub-unidade grande como a pequena são diferentes para as duas espécies de *Gossypium* em estu

do. Os autores observaram que os mesmos cruzamentos que restauram o gene nuclear para síntese da pequena sub-unidade de RuDP em *G. anomalum* restauram também a estrutura normal das flores.

MEYER & MEREDITH (1978) combinaram genomas de 5 cultivares de algodão (*G. hirsutum* L.) com citoplasmas de 5 outras espécies (*G. anomalum* Wawra e Peyr, *G. arboreum* L., *G. barbadense* L., *G. herbaceum* L. e *G. tomentosum*) Nutt. As características agronômicas não se diferenciaram significativamente, com duas exceções: 1) o citoplasma do *G. arboreum* mostrou-se mais sensível ao calor que os demais e teve a esterilidade das anteras aumentada, reduzindo a produção em algumas condições; 2) o citoplasma *G. tomentosum* apresentou maior produção que os pais recorrentes.

1. Procedimento Experimental

Foram usadas cinco linhas de germoplasma de *G. hirsutum* L., registradas por MEYER em 1973. Estas linhas (Quadro 1) originaram-se de um programa de retrocruzamento que tinha a finalidade de desenvolver estoques melhorados que portassem o genoma do *G. hirsutum* no citoplasma de outras espécies de algodão. Nas primeiras gerações, os retrocruzamentos foram feitos com várias cultivares de "Upland". Depois de um número determinado de retrocruzamentos (Quadro 1) as variedades Delcot 277 e Deltapine 16 foram escolhidas como pais recorrentes e mais dois ou três retrocruzamentos foram realizados. Posteriormente estas linhas sofreram outros retrocruzamentos com a variedade Stoneville 213 no Arizona. Todas estas linhas podem ser conseguidas facilmente, com métodos rotineiros, num programa de cruzamentos, desde que se tenha a preocupação de, durante os retrocruzamentos, manter-se o citoplasma de geração em geração. Em geral, as linhas usadas em nosso experimento no Ceará lembram a variedade Stoneville 213 em suas características agrônômicas e tecnológicas.

Os citoplasmas utilizados foram os seguintes:

- 1.1. *Gossypium longicalyx* (Hutch & Lee) - espécie selvagem, diplóide, originária da África, descrita pela primeira vez em 1958, cujo genoma recebeu a designação F₁.

Quadro 1. Formação de 5 germoplasmas de "Upland"

REG. Nº	Espécie fornecedora do Citoplasma	Total de retro cruzamentos pa ra	
		"Upland"	Para o pai recorrente
3	<i>G. herbaceum</i> L.	4	2
7	<i>G. anomalum</i> Wawra and Peyr	8	2
13	<i>G. longicalyx</i> Hutch e Lee.	6	3
15	<i>G. barbadense</i> L.	4	2
17	<i>G. tomentosum</i> Nutt.	7	2

- 1.2. *Gossypium tomentosum* (Nutt) - espécie selvagem, tetraplóide, originária do Hawaii, descrita pela primeira vez em 1865, cujo genoma recebeu a designação (AD)₃.
- 1.3. *Gossypium anomalum* (Wawr. & Peyr) - espécie selvagem, diplóide, originária da África, descrita pela primeira vez em 1860, cujo genoma recebeu a designação B₁.
- 1.4. *Gossypium barbadense* L. - espécie cultivada, tetraplóide, originária do Velho Mundo, descrita pela primeira vez em 1753, cujo genoma recebeu a designação A₁.
- 1.5. *Gossypium herbaceum* L. - espécie cultivada, diplóide, originária do Velho Mundo, descrita pela primeira vez em 1753, cujo genoma recebeu a designação (AD)₂.
- 1.6. *Gossypium hirsutum* L. - espécie cultivada, tetraplóide, originária do Velho Mundo, descrita pela primeira vez em 1763, cujo genoma recebeu a designação (AD)₁. A variedade usada neste trabalho, e que serviu inclusive de testemunha, foi a IAC-13-I, selecionada pelo Instituto Agrônomo de Campinas.

O experimento foi instalado na horta do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil, a partir de 1º de julho de 1978. O plantio foi feito em sacos plásticos de 15 x 9cm, expostos ao

sol. Quando as plantinhas apresentaram as primeiras folhas verdadeiras, foram transplantadas para o local definitivo.

Foram analisadas amostras de solo do local pelo Laboratório de Análises de Solos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Os resultados são apresentados no Quadro 2.

Com base nesta análise e por recomendação do analista, o solo foi adubado com as dosagens de 50-00-120 kg/ha de NPK, em fundação, por ocasião do transplântio e 90-00-00 kg/ha, em cobertura, 45 dias depois. Os fertilizantes usados como fontes de N e K₂O foram a uréia e o cloreto de potássio.

Os tratos culturais foram realizados normalmente. No combate às pragas, usaram-se os produtos DDT e Nuvacron, alternadamente. A irrigação, por inundação, foi feita sempre que o estado das plantas a exigiu.

O delineamento usado foi o de blocos completos casualizados com cinco repetições. Cada parcela consistia de uma fileira de 4,5m. O espaçamento entre fileiras foi de 1,00m e de 0,50m entre plantas. Em cada parcela experimental foram escolhidas, aleatoriamente, cinco plantas, das quais se observaram catorze características, de acordo com a seguinte metodologia:

- 1) Dias transcorridos para a floração - determinados pela data de aparecimento da 1^a flor em cada planta.
- 2) Altura das plantas (cm) - as medidas foram tomadas quando da abertura do primeiro capulho da população de plantas.

Quadro 2. Resultados da Análise Química do Solo.
Ceará, Brasil, 1978.

Especificações	Quantidade	Classificação
Fósforo (ppm)	52*	alto*
Potássio (ppm)	33*	baixo*
Cálcio + Magnésio (mc %)	4,30*	alto*
Alumínio (mc %)	0,05	
pH	6,30	

* Analisado e classificado no Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Engenharia Agrícola e Edafologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

- 3) Número de flores por planta - determinado pela contagem das flores produzidas por cada planta até a abertura do primeiro capulho.
- 4) Número de capulhos abertos por planta - determinado contando-se o total de capulhos produzidos por cada planta.
- 5) Peso do capulho por planta (g) - para a determinação desta característica pesaram-se todos os capulhos produzidos por cada planta dividindo-se o resultado pelo número de capulhos colhidos da respectiva planta.
- 6) "Shedding" (%) - calculado, dividindo-se a diferença entre números de flores e número de capulhos pelo número de flores. O resultado multiplicou-se por 100.
- 7) Potencial de Produção (kg/ha) - calculou-se a produção por m^2 e multiplicou-se por 10.000.
- 8) Peso de 100 sementes (g) - determinado pelo Laboratório de Tecnologia de Fibras do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Campina Grande, PB.
- 9) % de fibra - determinada pelo Laboratório de Tecnologia de Fibras do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Campina Grande, PB.

- 10) % de semente - determinada pelo Laboratório de Tecnologia de Fibras do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Campina Grande, PB.
- 11) Comprimento da fibra (mm) - determinado pelo Laboratório de Tecnologia de Fibras do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Campina Grande, PB.
- 12) Uniformidade da fibra - determinada pelo Laboratório de Tecnologia de Fibras do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Campina Grande, PB.
- 13) Índice de finura - determinado pelo Laboratório de Tecnologia de Fibras do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Campina Grande, PB.
- 14) Resistência da fibra - determinada pelo Laboratório de Fibras do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Campina Grande, PB.

2. Análise Estatística

2.1. Análise de Variância

2.1.1. Definição do Problema

Avaliar o comportamento do genoma do *G. hirsutum* na

presença de citoplasmas de cinco outras espécies de algodão quanto às catorze características descritas às páginas anteriores.

2.1.2. Modelos Matemáticos

a) A análise de variância para as características: dias transcorridos para a floração, altura das plantas, número de flores por planta, número de capulhos abertos por planta, diferença entre número de flores e de capulhos abertos por planta ("Shedding") e peso médio do capulho foi procedida de acordo com o Quadro 3 e obedeceu ao modelo seguinte:

$$X_{ijk} = \mu + \beta_i + C_j + (\beta C)_{ij} + P_{(ij)k}$$

μ = média geral dos citoplasmas;

β_i = efeito da repetição i , $i = 1, \dots, 5$;

C_j = efeito do citoplasma j , $j = 1, \dots, 6$;

$(\beta C)_{ij}$ = interação do citoplasma j com a repetição i (Erro experimental)

$P_{(ij)k}$ = efeito da planta k no citoplasma j na repetição i , $k=1, \dots, 5$ (Erro amostral).

b) A análise de variância para as características tecnológicas e para o potencial de produção procedeu-se conforme o Quadro 4 e seguiu o modelo:

$$X_{ij} = \mu + \beta_i + C_j + \varepsilon_{ij} \quad \text{onde}$$

μ = média geral dos citoplasmas;

β_i = efeito da repetição i , $i = 1, \dots, 5$;

C_j = efeito do citoplasma j , $j = 1, \dots, 6$;

ε_{ij} = efeito do erro

2.2. Parâmetros Genéticos

As variâncias genotípica (σ_g^2) e fenotípica (σ_F^2) foram calculadas a partir das esperanças dos quadrados médios. Os Quadros 3 e 4 permitiram a estimação destas variâncias. Assim, para o modelo (a), temos:

Variância Genotípica:

$$\sigma_g^2 = \frac{M_2 - M_3}{ik}$$

onde M_2 e M_3 representam os quadrados médios para citoplasmas e erro experimental, respectivamente, enquanto i é o número de repetições e k é o número de plantas/citoplasmas.

Variância Fenotípica:

$$\sigma_F^2 = \frac{\sigma^2}{ik} + \frac{\sigma_e^2}{i} + \sigma_c^2$$

Quadro 3. Análise da Variância e Esperanças dos Quadrados Médios para Seis Características de Algodão (Genoma do *G. hirsutum* na presença do Cinco outros Citoplasmas). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G. L.	Q.M.	Valor esperado dos quadrados médios
Blocos	$i - 1$	M_1	
Citoplasmas	$j - 1$	M_2	$\sigma^2 + k\sigma_e^2 + ik\sigma_c^2$
Erro Experimental	$(i - 1)(j - 1)$	M_3	$\sigma^2 + k\sigma_e^2$
Erro amostral	$(k - 1)ij$	M_4	σ^2
totais	$ijk - 1$		

Quadro 4. Análise de Variância e Esperança dos Quadrados Médios para Oito Características de Algodão (Genoma do *G. hirsutum* na presença de Cinco outros Citoplasmas). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G. L.	Q.M.	Valor esperado dos quadrados médios
Blocos	$i - 1$	M_1	
Citoplasmas	$j - 1$	M_2	$\sigma^2 + i\sigma_c^2$
Resíduo	$(i - 1)(j - 1)$	M_3	σ^2
Totais	$ij - 1$		

Quando a análise da variância seguiu o modelo (b):

Variância Genotípica:

$$\sigma_g^2 = \frac{M_2 - M_3}{i}$$

Variância Fenotípica:

$$\sigma_F^2 = \frac{\sigma_g^2}{i} + \sigma_c^2$$

A herdabilidade (sentido amplo):

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_F^2} \cdot 100$$

2.3. Interrelações entre Caracteres

Os coeficientes de correlação foram calculados pelo método dos mínimos quadrados e testados aos níveis de 5 e 1% de probabilidade com $n - 2$ g.l.

As características agronômicas foram correlacionadas para cada citoplasma, enquanto que para as características tecnológicas foram tomados os dados referentes ao conjunto dos seis citoplasmas.

1. Análise de Variância

No Quadro 5, são apresentados os resultados da análise de variância, coeficientes de variação e diferenças mínimas significativas para as características agronômicas, exceto potencial de produção.

Os citoplasmas não apresentaram diferenças significativas para número de flores, número de capulhos e "Shedding". Para as características, dias para a floração, altura da planta e peso médio do capulho, no entanto, os citoplasmas diferiram significativamente. Entre as características em discussão apenas a altura da planta foi analisada por MEYER em 1973, cujos resultados não coincidem com os do presente estudo. Os resultados de MEYER não foram significativos para a altura da planta. Em nova pesquisa efetuada, em 1978, MEYER chegou às mesmas conclusões de que as características agronômicas e de produção não são afetadas significativamente pelo citoplasma.

Excetuando-se a característica dias para a floração e "Shedding" o efeito de blocos foi significativo para todas as outras apresentadas no Quadro 5.

A interação blocos x citoplasmas não foi significativa para nenhuma das características.

Apresentam-se no Quadro 6 os resultados da análise de variância para as características tecnológicas e potencial de

Quadro 5. Análise da variância, coeficientes de variação (C.V.) e diferenças mínimas significativas (D.M.S.) das características agronômicas do genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas de algodão, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	V A R I Â N C I A S					
		Dias para a floração	Altura (cm)	Nº de flores	Nº de capulhos	Shedding	Peso médio do capulho
33 Repetição (B)	4	8,52	1176,17**	1521,03**	308,06*	127,39	0,77
Citoplasmas (C)	5	61,53**	1489,54**	584,51	161,98	463,97	6,17*
(BC) Erro Experimental	20	8,13	211,18	220,53	83,34	253,08	0,66
Planta/citoplasma	120	6,87	163,61	224,85	73,82	142,38	0,65
C.V. (%)	—	4,07	22,25	42,41	51,40	32,51	16,00
D.M.S. (5%)	—	2,54	12,93	13,22	8,12	14,16	0,72

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

produção.

Para as oito características observadas neste quadro, apenas três apresentaram resultados significativos: % de sementes, % de fibras e peso de 100 sementes. Também nestas características, os resultados de MEYER (1973, 1978) discordam dos encontrados no presente estudo. A pesquisadora americana não encontrou diferenças significativas na ação dos diversos citoplasmas sobre características tecnológicas. Por outro lado, em 1978, ela detectou diferenças significativas na produção, resultado que também não coincide com os do presente estudo.

Não houve diferenças significativas no efeito de blocos e da interação blocos x citoplasmas para as características tecnológicas e potencial de produção.

No Quadro 7 são apresentados os valores médios do comportamento dos seis citoplasmas para as 14 características, seguidos dos respectivos contrastes, calculados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O *G. longicalyx* é uma espécie selvagem. O seu citoplasma, segundo MEYER (1972, 1973), produz os seguintes efeitos: diminuição no número de anteras, uma grande variação na macho-esterilidade, notável diminuição no vigor, diminuição dos "stands", maior quantidade de plantas atacadas por doenças, crescimento retardado, diminuição no número e tamanho das sementes, acentuada redução no peso de 100 sementes, aumento da percentagem de fibra e decréscimo na finura das fibras.

Comparando-se os resultados de MEYER com os do presente estudo, verifica-se uma concordância apenas no que diz respeito

Quadro 6. Análise da variância, coeficientes de variação (C.V.) e diferenças mínimas significativas das características tecnológicas e potencial de produção do genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas de algodão, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	V A R I A N C I A S							
		Potencial de produção (kg/ha)	Resistên- cia da fibra	Finura da fibra	Unifor- midade da fi- bra	Compri- mento da fi- bra (mm)	% de se- mentes	% de fibra	Peso de 100 se- mentes (g)
Repetição (B)	4	555950,35	0,16	0,13	1,54	2,72	1,05	0,99	0,08
Citoplasmas (C)	5	440232,78	0,36	0,47	5,64	1,18	7,37*	7,74*	1,40**
(BC)	20	256651,78	0,16	0,24	2,68	1,18	2,34	2,32	0,20
C.V. (%)	—	27,08	4,83	11,99	3,12	3,34	2,55	3,81	4,95
D.M.S. (%)	—	1008,20	0,80	0,97	3,26	2,16	3,04	3,04	0,89

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ao retardamento do crescimento e finura da fibra. Quanto à percentagem de fibra e peso de 100 sementes os resultados são drasticamente contrastantes.

Vale ainda ressaltar algumas diferenças que podem ser observadas no Quadro 7. O citoplasma *G. longicalyx* é o mais precoce dos citoplasmas analisados, com diferenças significativas para os citoplasmas tetraplóides *G. tomentosum* e *G. hirsutum*. Quanto ao peso do capulho, sõ foi superior ao *G. anomalum*. Com relação ao potencial de produção, superou apenas o *G. barbadense*, mas portou-se igual aos demais no que diz respeito ao comprimento, resistência e uniformidade das fibras.

É sabido que o citoplasma *G. anomalum* afeta o número de anteras (MEYER, 1973), controla a macho-esterilidade (MEYER e MEYER, 1965; MEYER, 1969, 1970), estabelece uma reação entre resistência da fibra e altura da planta (MEYER, 1968) e provoca uma diminuição na produção (MEYER, 1972).

O Quadro 7 mostra que o citoplasma *G. anomalum* superou a todos quanto à resistência da fibra, apresentando uma altura de planta que sõ foi inferior à do *G. hirsutum*. Isto está de acordo com as observações de MEYER (1968). O mesmo não se pode dizer com relação à produção, pois, neste aspecto, o *G. anomalum* foi superior aos citoplasmas *G. longicalyx*, *G. tomentosum* e *G. barbadense*, igualou-se praticamente ao *G. herbaceum* e sõ foi inferior ao *G. hirsutum*.

Importa ainda destacar que o citoplasma do *G. anomalum*, apresentou uma precocidade média, produziu o mais elevado número de capulhos e sofreu a menor percentagem de "Shedding". Mostrou-

Quadro 7. Comportamento médio de catorze características em algodão (genoma do *G. hirsutum* na presença de cinco citoplasmas de outras espécies de algodão) Fortaleza, Ceará, Brasil, 1978.

CITOPLASMAS	Dias para floração	Altura (cm)	Nº de flores	Nº de ca- pulhos	Shedding (%)	Peso do capulho (g)	Produção (kg/há)	Peso de 100 sementes(g)	% de fibra	% de se- mente	Comprimento da fibra (mm)	Uniformi- dade da fibra	Finura da fibra	Resistên- cia da fibra
<i>G. longicalyx</i>	68,00b	57,30b	34a	16a	50,68a	4,82bc	1625a	9,42ab	39,40ab	60,60ab	32,12a	53,30a	4,46a	8,32a
<i>G. tomentosum</i>	72,00a	63,30b	31a	16a	46,32a	4,94bc	1629a	8,68bc	40,22ab	59,78ab	32,69a	53,62a	4,40a	7,92a
<i>G. anonaum</i>	70,00ab	68,52ab	38a	22a	41,48a	4,69c	2021a	8,18c	42,36a	57,74b	32,85a	52,16a	3,84a	8,52a
<i>G. barbadense</i>	69,00b	58,36b	28a	14a	50,36a	5,51ab	1598a	9,16ab	39,50ab	60,50ab	32,90a	51,44a	4,20a	8,50a
<i>G. herbaceum</i>	70,00ab	66,02b	40a	19a	53,32a	5,45ab	2036a	9,16ab	39,34ab	60,66ab	32,90a	52,94a	3,88a	8,46a
<i>G. hirsutum</i>	72,00a	78,38a	40a	19a	51,40a	5,96a	2314a	9,64a	39,16b	60,84a	31,74a	50,96a	3,74a	7,98a

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

se superior aos demais na percentagem de fibra, mas foi inferior a todos no peso de 100 sementes.

O citoplasma *G. herbaceum* tem efeito marcante na redução do número de anteras (RHYNE, 1965; MEYER, 1971). Além disso, determina uma parcial macho-esterilidade, aumento da quantidade de fibra por semente e diminuição no comprimento da fibra (MEYER, 1973).

Observa-se mais uma vez, pelo Quadro 7, uma discordância com os dados obtidos por MEYER. O *G. herbaceum* foi o citoplasma que apresentou maior comprimento de fibra, juntamente com o *G. barbadense*, embora a diferença para os demais citoplasmas não tenha sido significativa.

Ressalte-se ainda que o *G. herbaceum* demonstrou precocidade e altura médias, o maior número de flores, mas a mais alta percentagem de "Shedding". O potencial de produção está entre os três melhores, e, quanto à uniformidade, finura e resistência da fibra, praticamente não diferiu dos demais.

Para os citoplasmas das três espécies tetraplóides, *G. tomentosum*, *G. barbadense* e *G. hirsutum*, MEYER (1965, 1971, 1972) não observou nenhuma influência na produção, características da cápsula ou nas propriedades da fibra.

Com relação à precocidade, o *G. tomentosum* e o *G. hirsutum* foram os menos precoces de todos os citoplasmas analisados e diferiram significativamente do *G. barbadense*, o qual muito se aproximou do *G. longicalyx*, que foi o citoplasma mais precoce.

Quanto à altura, o *G. hirsutum* superou os demais citoplasmas, apresentando diferenças significativas com relação aos

dois outros citoplasmas tetraplóides e ao diplóide *G. longicalyx*.

Embora sem diferenças significativas entre eles e entre os citoplasmas diplóides, os tetraplóides mostraram alta percentagem de "Shedding".

Para o potencial de produção, o maior destaque foi para o *G. hirsutum*, o mais produtivo dos citoplasmas, enquanto que o *G. tomentosum* e o *G. barbadense* colocaram-se entre os citoplasmas menos produtivos, inferiores inclusive a dois citoplasmas diplóides, *G. anomalum* e *G. herbaceum*.

No tocante às características tecnológicas, ressalte-se ainda, entre os citoplasmas das espécies tetraplóides, o mais alto peso de 100 sementes para o *G. hirsutum*, embora ele tenha registrado a menor percentagem de fibra, o menor comprimento e um tipo de fibra das menos resistentes. O *G. barbadense* superou os demais no comprimento da fibra (igualado somente pelo *G. herbaceum*) e apresentou resistência de fibra das mais altas. O *G. tomentosum* apresentou a fibra menos resistente entre todos os citoplasmas.

O menor coeficiente de variação foi apresentado pela característica percentagem de sementes, enquanto que o maior foi observado para número de capulhos.

2. Parâmetros Genéticos

Os valores estimados das variâncias genotípicas e fenotípicas e da herdabilidade são apresentados no Quadro 8.

As características que apresentaram maior variabilidade de genética foram peso médio do capulho, dias para a floração, altura da planta e peso de 100 sementes, cujas herdabilidades foram estimadas em 0,88; 0,87; 0,86 e 0,86, respectivamente. Estas características foram exatamente aquelas em que as médias diferiram significativamente ao nível de 1%.

Como não há referências a fatores citoplasmáticos herdáveis para estas quatro características, pode-se admitir que, neste caso, a variação devida à ação do citoplasma seria um dos componentes da variância ambiental e da interação núcleo-ambiental, sem efeitos marcantes sobre o genótipo.

As diferenças encontradas seriam, portanto, uma função mais da variabilidade do genótipo do que da diferença entre os citoplasmas.

Esta conclusão é reforçada pela observação de que as características percentagem de fibra e percentagem de semente, cujas médias diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade, tiveram seus coeficientes de variabilidade genética estimados em 0,70 e 0,68, respectivamente. Estes valores são inferiores aos das características analisadas acima, mas superiores aos de todas as outras características, cujas médias não diferiram de modo significativo.

É palpável, portanto, uma associação entre os valores da variação genética e o grau de significância da diferença das médias das características.

É de se admitir ainda que a variedade IAC-13, usada como testemunha neste experimento, deve apresentar variação genética

Quadro 8. Estimativa de alguns parâmetros genéticos de 14 características estudadas no genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas de algodão. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1978.

	σ_g^2	σ_F^2	h^2
Dias para a floração	2,14	2,46	0,87
Altura	51,13	59,58	0,86
Nº de flores	14,56	23,38	0,62
Nº de capulhos	3,15	6,48	0,49
Shedding	8,44	18,56	0,45
Peso do capulho	0,22	0,25	0,88
Produção	36716,20	88046,56	0,42
Peso de 100 sementes	0,24	0,28	0,86
% de fibra	1,08	1,54	0,70
% de sementes	1,01	1,48	0,68
Comprimento de fibra	0,002	0,24	0,008
Uniformidade de fibra	0,59	1,13	0,52
Finura da fibra	0,05	0,10	0,50
Resistência da fibra	0,04	0,07	0,57

ca com relação à variedade Stoneville 213, cujo núcleo foi transferido para os cinco citoplasmas. Pode-se observar, pelo comportamento médio das características que diferiram significativamente (Quadro 7), que o citoplasma *G. hirsutum* (núcleo da variedade IAC-13) apresentou valores extremos com relação aos outros citoplasmas (núcleo da variedade Stoneville 213). É mais uma evidência de que a variabilidade genética influenciou mais do que a variabilidade citoplasmática nas diferenças entre médias.

Com relação às características cujas médias não diferiram de modo significativo, a variabilidade genética foi menor. Veja-se, por exemplo que o comprimento da fibra praticamente não apresentou variabilidade genética, exatamente por ter como causa mais importante a espécie botânica (VELOSO, 1957). Na verdade o núcleo (*G. hirsutum* L.) era o mesmo para todos os citoplasmas, inclusive para a variedade IAC-13.

Outras características em que o componente genético apresentou menor variabilidade foram o "Shedding" e o potencial de produção. É sabido que estas características recebem grande influência do meio ambiente. O "Shedding" por exemplo é bastante influenciado pela temperatura e pelo nível de água do solo. Para a característica produção, espera-se que a influência ambiental seja muito maior do que a genética.

3. Interrelação entre os Caracteres

Os coeficientes de correlação entre as características

agronômicas para cada citoplasma são apresentados no Quadro 9.

Como era de se esperar, obtiveram-se correlações significativas ao nível de 1% de probabilidade, para todos os citoplasmas, entre altura e número de flores, altura e número de capulhos, número de flores e número de capulhos.

Nenhuma significância, positiva ou negativa, foi observada, para qualquer citoplasma, entre as características altura e peso do capulho, altura e "Shedding", dias para a floração e "Shedding", dias para a floração e peso do capulho.

Correlação negativa era de se esperar entre "Shedding" e número de capulhos, mas apenas três citoplasmas apresentaram-na significativa: *G. barbadense* e *G. herbaceum* ao nível de 1%, e *G. hirsutum* ao nível de 5%.

O citoplasma *G. hirsutum* foi o único a apresentar correlação negativa significativa entre altura e dias para a floração, número de flores e dias para a floração, número de capulhos e dias para a floração.

Somente o citoplasma *G. barbadense* mostrou correlação positiva significativa entre peso do capulho e números de flores, peso do capulho e número de capulhos. Este dado é bastante significativo, pois evidencia não só o grande potencial deste citoplasma em fotossintatos como a capacidade de translocá-los.

Correlação negativa, significativa ao nível de 1%, entre "Shedding" e peso do capulho só foi observada para o citoplasma *G. longicalyx*.

Pode-se então concluir que alguns citoplasmas exercem certa influência na correlação entre algumas características.

Quadro 9. Coeficientes de correlação entre caracteres agrônômicos e tecnológicos em algodão (genoma do *G. hirsutum* L. no citoplasma de cinco outras espécies) Fortaleza, Ceará, Brasil, 1978.

	Altura x peso do capulho	Altura x Nº de flores	Altura x Nº de capulhos	Altura x Shedding	Altura x dias p/floração	Nº de flores x dias p/floração	Nº de flores x Shedding	Nº de flores x peso do capulho	Nº de flores x Nº do capulho	Nº de capulho x Shedding	Nº de capulho x dias p/floração	Nº de capulho x peso do capulho	Shedding x dias para a floração	Shedding x peso do capulho	Peso do capulho x dias para a floração
<i>G. longicalyx</i>	0,25	0,77**	0,86**	-0,14	-0,10	-0,11	0,09	0,15	0,88**	-0,32	-0,15	0,38	-0,14	-0,71**	0,14
<i>G. tomentosum</i>	0,07	0,62**	0,46**	0,20	-0,15	-0,07	0,08	0,12	0,87**	-0,36	-0,01	0,02	-0,15	0,22	-0,04
<i>G. anomalum</i>	0,05	0,81**	0,83**	0,27	-0,39	0,01	0,30	-0,01	0,89**	-0,05	-0,38	-0,14	-0,06	0,23	-0,05
<i>G. barbadense</i>	0,33	0,91**	0,78**	-0,31	-0,01	-0,13	-0,27	0,52*	0,94**	-0,55**	-0,17	0,44*	-0,01	-0,03	-0,20
<i>G. herbaceum</i>	0,03	0,82**	0,74**	-0,16	0,03	-0,15	-0,05	-0,06	0,79**	-0,63**	-0,13	-0,18	0,08	0,28	-0,10
<i>G. hirsutum</i>	0,04	0,80**	0,68**	0,05	-0,55*	-0,59*	-0,04	0,13	0,90**	-0,46*	-0,43*	0,07	-0,29	0,01	-0,16

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Os coeficientes de correlação entre as catorze características que não foram apresentadas no Quadro 9 estão contidas no Quadro 10.

Correlações positivas significativas ao nível de 1% só foram observadas entre uniformidade e finura da fibra, peso de 100 sementes e percentagem de sementes. Ao nível de 5% encontraram-se correlações positivas entre "Shedding" e percentagem de sementes, peso do capulho e peso de 100 sementes.

Correlacionaram-se negativamente ao nível de 1% "Shedding" e comprimento da fibra, peso de 100 sementes e percentagem de fibra. Correlações negativas também foram observadas, mas ao nível de 5%, entre dias para a floração e resistência da fibra, peso do capulho e uniformidade da fibra, "Shedding" e percentagem de fibra.

Vale salientar que a correlação entre características não implica numa relação de dependência entre elas, STEEL & TORRIE. Quando se afirmou que o citoplasma *G. longicalyx* apresentou uma correlação negativa altamente significativa entre "Shedding" e peso do capulho, não se quis dizer que quanto maior o "Shedding" menor o peso do capulho ou vice-versa. Apenas se procurou mostrar que há uma associação estreita entre as duas características, sem se procurar estabelecer qualquer relação de causa e efeito.

Quadro 10. Coeficientes de correlação entre caracteres agronômicos e tecnológicos em algodão (genoma do *G. hirsutum* L no citoplasma de cinco outras espécies) Fortaleza, Ceará, Brasil, 1978.

	Resistência da fibra	Finura da fibra	Uniformi- dade da fibra	Compri- mento da fi- bra	% de se- mentes	% de fibra	Peso de 100 sementes
Dias para a floração	-0,37*	-0,25	-0,18	-0,11	-0,08	-0,08	0,02
Altura da planta	-0,23	-0,35	-0,26	-0,30	0,11	-0,11	0,004
Nº de flores	-0,02	-0,29	-0,04	-0,12	0,12	-0,12	-0,06
Nº de capulhos	0,02	-0,32	-0,13	0,01	-0,06	0,06	-0,27
"Shedding"	-0,06	0,13	0,22	-0,61**	0,39*	-0,39*	0,23
Peso do capulho	-0,16	-0,20	-0,42*	0,05	0,26	-0,26	0,42*
Peso de 100 sementes	-0,22	0,13	-0,04	-0,19	0,56**	-0,56**	
% de fibra	0,16	-0,10	-0,03	0,26			
% de semente	-0,16	0,10	0,03	-0,26			
Comprimento da fibra	0,24	-0,21	-0,17				
Uniformidade da fibra	0,15	0,53**					
Finura da fibra	-0,20						

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

RESUMO E CONCLUSÕES

A influência de seis diferentes citoplasmas (*G. longicalyx*, *G. tomentosum*, *G. anomalum*, *G. barbadense*, *G. herbaceum* e *G. hirsutum*) nas características agrônômicas e tecnológicas de algodão foram testadas em um experimento instalado em Fortaleza, Ceará, Brasil.

Foram observadas diferenças significativas no comportamento médio das seguintes características: dias para a floração, altura da planta, peso de 100 sementes, percentagem de fibra, percentagem de semente e peso médio do capulho. As diferenças, no entanto, parecem estar ligadas mais à variabilidade genética do que à diferença entre os citoplasmas. Na verdade, as características que apresentaram diferenças significativas foram aquelas que se mostraram com maiores valores para a herdabilidade.

Houve evidências de que alguns citoplasmas, *G. longicalyx* e *G. barbadense* por exemplo, acentuam uma correlação positiva ou negativa entre certas características.

Parece não haver no material estudado fatores citoplasmáticos capazes de alterar as características avaliadas na presença do genoma *G. hirsutum*. O componente da variação citoplasmática não pôde ser determinado devido às limitações que a especificidade do experimento impôs aos modelos estatísticos. Aparentemente, os efeitos devidos ao citoplasma estão confundidos com efeitos do ambiente externo e com efeitos devidos à heterozigose e até mesmo com os efeitos da interação núcleo-citoplasma. Um ex

perimento em que não somente os citoplasmas mas os núcleos isogênicos também diferissem poderia isolar, com mais eficiência o papel do citoplasma nas características agronômicas e tecnológicas do algodoeiro.

LITERATURA CITADA

1. ALAM, S. & SANDAL, P.C. Inheritance of cytoplasmic male sterility in sudangrass. Crop Sci., 7 : 668-669. 1967.
2. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL; Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1977.
3. BOULANGER, J. & PINHEIRO, D. Evolution de la production cotonnière au Nord-Est du Brésil. Cot. Fib. Trop., 26 (3): 319-353. 1971.
4. CHEN, K. & MEYER, Vesta G. Cytoplasmic and nuclear recessive genes associated with petaloidy in *Gossypium*. Agronomy Abstracts, 49. 1978.
5. DUDLEY, J.W. & MOLL, R.H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. Crop Sci., 9 : 257-262. 1969.
6. EDWARDSON, J.R. Cytoplasmic male sterility. Botanical Rev. 36 : 341-420. 1970.
7. EPHRUSSI, B. Nucleo-cytoplasmic relations in microorganisms. Oxford Univ. Press. London. 1953.
8. FLEMING, G.M. Kozelnicky & BROWNE, E.B. Cytoplasmic effects on agronomic characters in a double-cross maize hybrid. Agron. J. 52 : 112-115. 1960.

9. HARVEY, P.H. et alii. The role of extrachromosomal inheritance in plant breeding. Advances in Agronomy, 24 : 1-27. 1972.
10. HSAM, S.L.K. & LARTER, E.N. Influence of source of wheat cytoplasm on the synthesis and plant characteristics of hexaploid triticales. Can. J. Genet. Cytol., 16 (2):333-340. 1974.
11. KIHARA, H. Cytoplasmic male sterility in relation to hybrid wheat breeding. Zuchter, 37 : 86-93. 1967.
12. L'HERITIER, Ph. The hereditary virus of Drosophila. Adv. in virus Res., 5 : 195-245. 1958.
13. MAAN, S.S. & LUCKEN, K.A. Interacting male sterility-male fertility restoration systems for hybrid wheat research. Crop Sci. 12 : 360-364. 1972.
14. MAHILL, J.F. & DAVIS, Dick D. Influence of male sterile and normal cytoplasm on the expression of bacterial blight in cotton hybrids. Crop Sci., 18 : 440-444. 1978.
15. MARKERT, C.L. & URSPRUNG, H. Genética do Desenvolvimento. Editora Polígono. São Paulo, 1973. 251 p.
16. MEYER, Vesta G. Cytoplasmic effects on anther numbers in interspecific hybrids of cotton. J. Hered., 56 : 292-294. 1965.

17. _____ . Cytoplasmically controlled male sterility in cotton. Crop Sci., 5 : 444-448. 1965.
18. _____ . Environmental effects on the differentiation of abnormal cotton flowers. Amer. J. Bot. 53 :976-980. 1966.
19. _____ . Some effects of genes, cytoplasm and environment on male sterility of cotton (*Gossypium*). Crop Sci. 9 : 237-242. 1969.
20. _____ . Development of B-lines for two cytoplasmically controlled male sterilities of cotton. Crop Sci. 10: 720-721. 1970.
21. _____ . Cytoplasmic effects on anther numbers in interspecific hybrids of cotton (II). J. Hered., 62 : 77-78. 1971.
22. _____ . Cytoplasmic effects on anther numbers in interspecific hybrids of cotton (III). J. Hered., 63 : 33-34. 1972.
23. _____ . A study of reciprocal hybrids between Upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and experimental lines with cytoplasms from seven other species. Crop Sci., 13 : 439-444. 1973.
24. _____ . & MEREDITH, W.R., Jr. New germplasm from crossing Upland cotton (*Gossypium Hirsutum*) with *G. tomentosum*. J. Hered., 69 : 183-187. 1978.

25. _____ & MEYER, James R. Cytoplasmic effects on the differentiation of anthers and ovules of cotton. Amer. Jour. Bot., 51 : 693-696. 1964.
26. RHOADES, M.M. Cytoplasmic inheritance of male-sterility in Zea mays. Science, 73 : 340-341. 1931.
27. _____. The cytoplasmic inheritance of male sterility in Zea mays. Jour. Genet., 27 : 71-93. 1933.
28. RHYNE, Claude L., Jr. Cytoplasmic inheritance of reduced androecium in cotton. Jour. Hered., 56 : 67-70. 1965.
29. SAGE, G.C.M. Nucleo-cytoplasmic relationships in wheat. Advances in Agronomy, 28 : 267-297. 1976.
30. SAGER, R. Non-chromosomal genes in Chlamydomonas. In Genetics Today, vol III. Proc. XI Intern. Congr. Genet., S.J. Geerts (ed). Pergamon, Oxford, 579-588. 1965.
31. SINGH, M. Cytoplasmic effects on agronomic characters in mayse Ind. J. Genet. Plant Breed. 26 : 386-390. 1966.
32. SMITH, H.H. Recent cytogenetic studies in the genus Nicotiana. Advances in Genetics, 14 : 1-54. 1968.
33. SONNEBORN, T.M. Kappa and related particles in Paramecium. Adv. in Virus Res., 6 : 229-356. 1959.
34. STEEL, Robert D.G. & TORRIE, James H. Principles and Procedures of Statistic. McGraw-Hill Book Company. New York, 1960. 481 p.

35. STEPHENS, J.C. & HOLLAND, R.F. Cytoplasmic male-sterility for hybrid sorghum seed production. Agron. Jour., 46 : 20-23. 1954.
36. STRICKBERGER, M.W. Genetics. The MacMillan Company, New York. 1968. 868 p.
37. VELOSO, Ursulino D. O Algodão Mocô. Rio de Janeiro, Edições Sia, 1957. 90 p.
38. WILSON, J.A. & ROSS, W.M. Male sterility interaction of the *Triticum aestivum* nucleus and *Triticum timopheevi* cytoplasm. Wheat Info. Ser., 14 : 29. 1962.

A P Ê N D I C E

Quadro 11. Análise da variância de dias para a floração em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	34,09	8,52 n.s.
Citoplasmas	5	307,65	61,53**
E. Experimental	20	162,55	8,13 n.s.
E. Amostral	120	824,40	6,87
Totais	149	1328,69	

C.V. 4,07%

D.M.S. 2,54

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

n.s. Não significativo

Quadro 12. Análise da variância da altura da planta em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	4704,66	1176,17**
Citoplasmas	5	7447,70	1489,54**
E. Experimental	20	4223,54	211,18n.s.
E. Amostral	120	19633,69	163,61
Totais	149	36009,59	

C.V. 22,25%

D.M.S. 12,93

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

n.s. Não significativo

Quadro 13. Análise da variância do número de flores em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	6084,11	1521,03**
Citoplasmas	5	2922,54	584,51 n.s.
E. Experimental	20	4410,69	220,53 n.s.
E. Amostral	120	76981,60	224,85
Totais	149	40408,94	

C.V. 42,41%

D.M.S. 13,22

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

n.s. Não significativo

Quadro 14. Análise da variância do número de capulhos em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	1232,23	308,06*
Citoplasmas	5	809,92	161,98 n.s.
E. Experimental	20	1666,81	83,34 n.s.
E. Amostral	120	8858,40	73,82
Totais	149	12567,36	
C.V. 51,40%		D.M.S.	8,12

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

n.s. Não significativo

Quadro 15. Análise da variância do "Shedding" em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	509,56	127,39 n.s.
Citoplasmas	5	2319,87	463,97 n.s.
E. Experimental	20	5061,56	253,08 n.s.
E. Amostral	120	17085,20	142,38
Totais	149	24976,19	

C.V. 32,51%

D.M.S. 14,16

n.s. Não significativo

Quadro 16. Análise da variância do peso médio do capulho em algo dão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	3,08	0,77 n.s.
Citoplasmas	5	30,85	6,17**
E. Experimental	20	13,17	0,66 n.s.
E. Amostral	120	77,58	0,65
Totais	149	124,68	

C.V. 16,00%

D.M.S. 0,72

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

n.s. Não significativo

Quadro 17. Análise da variância do potencial de produção em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	2223801,40	555950,35 n.s.
Citoplasmas	5	2201163,90	440232,78 n.s.
Resíduo	20	5133035,60	256651,78
Totais	29	9558000,90	

C.V. 27,08%

D.M.S.

1008,20

n.s. Não significativo

Quadro 18. Análise da variância da resistência da fibra em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	1,80	0,16 n.s.
Citoplasmas	5	0,62	0,36 n.s.
Resíduo	20	3,16	0,16

C.V. 4,83%

D.M.S. 0,80

n.s. Não significativo

Quadro 19. Análise da variância da finura da fibra em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	0,52	0,13 n.s.
Citoplasmas	5	2,37	0,47 n.s.
Resíduo	20	4,84	0,24
Totais	29	7,73	

C.V. 11,99%

D.M.S. 0,97

n.s. Não significativo

Quadro 20. Análise da variância da uniformidade da fibra em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	6,17	1,54 n.s.
Citoplasmas	5	28,21	5,64 n.s.
Resíduo	20	53,53	2,68
Totais	29	87,91	

C.V. 8,12%

D.M.S. 3,26

n.s. Não significativo

Quadro 21. Análise da variância do comprimento da fibra em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	10,89	2,72 n.s.
Citoplasmas	5	5,92	1,18 n.s.
Resíduo	20	23,52	1,18
Totais	29	40,33	

C.V. 3,34%

D.M.S. 2,16

n.s. Não significativo

Quadro 22. Análise da variância da porcentagem de sementes em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	4,19	1,05 n.s.
Citoplasmas	5	36,85	7,37*
Resíduo	20	46,71	2,34
Totais	29	87,75	

C.V. 2,55%

D.M.S. 3,04

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

n.s. Não significativo

Quadro 23. Análise da variância da percentagem de fibra em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	3,95	0,99 n.s.
Citoplasmas	5	38,69	7,74*
Resíduo	20	46,47	2,32
Totais	29	89,11	

C.V.	3,81%	D.M.S.	3,04
------	-------	--------	------

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

n.s. Não significativo

Quadro 24. Análise da variância do peso de 100 sementes em algodão, genoma do *G. hirsutum* L. na presença de cinco outros citoplasmas, Ceará, Brasil, 1978.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Blocos	4	0,33	0,08 n.s.
Citoplasmas	5	7,01	1,40**
Resíduo	20	4,03	0,20
Totais	29	11,37	

C.V. 4,95%

D.M.S. 0,89

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

n.s. Não significativo