

# BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 34

Campinas, abril de 1975

N.º 6

## NOVO ALGODOEIRO DE ORIGEM INTERESPECÍFICA (1)

IMRE LAJOS GRIDI-PAPP, EDIVALDO CIA, *Seção de Algodão*, e NÉLSON P. SABINO (2) *Seção de Tecnologia de Fibras, Instituto Agrônomo*

### SINOPSE

Um novo tipo de algodoeiro foi isolado de uma população híbrida originada por cruzamento entre as espécies alotetraplóides *Gossypium hirsutum* L. v. *latifolium* Hutch. e *G. barbadense* L. v. *brasiliense* Hutch. A metodologia empregada e as principais características econômicas e morfológicas do novo algodoeiro são descritas e discutidas.

Um ciclo de cruzamentos "intra", realizados na segunda geração após o retrocruzamento, seguido de seleção individual nas progênes desses cruzamentos, levou à obtenção de *heptalobatum*. O material não apresentou sinais de esterilidade, nem tendência a degenerar na descendência. Seu nome se deve às folhas, que, no estágio de completo desenvolvimento, apresentam sete lóbulos delgados. É intermediário entre os pais para vários caracteres, aproxima-se de um ou outro ou representa um caso de segregação transgressiva para os demais.

### 1 — INTRODUÇÃO

As espécies alotetraplóides de algodoeiro *Gossypium hirsutum* L. e *G. barbadense* L. são, atualmente, as mais exploradas economicamente. Elas fornecem cerca de 70% da produção mundial de fibra de algodão (2). São espécies interférteis. Quando cruzadas, porém, apresentam uma barreira genética que se manifesta, a partir da segunda geração híbrida, pelo aparecimento de plantas estéreis e parcialmente estéreis, pelo predomínio de tipos paternos e a degenerescência das formas intermediárias. Uma queda acentuada na produtividade e no tamanho do fruto foi observada, inclusive nas populações de retrocruzamento, como efeito dessa barreira (14, 21).

(1) Trabalho apresentado na XXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, realizada de 8 a 14 de julho de 1973, no Rio de Janeiro, Guanabara. Recebido para publicação em 28 de agosto de 1974.

(2) Com bolsas de suplementação do C.N.Pq.

McKenzie (15) mostrou que, mesmo em populações de polinização livre, há uma nítida vantagem dos tipos paternos em produzir sementes viáveis, desde a quarta geração. Em termos citogenéticos, essa barreira consiste em homologias parciais ou em quase-homologias entre os cromossomos das duas espécies que, provavelmente, tiveram origem comum mas apresentam, atualmente, pequenas diferenças estruturais, principalmente translocações (3, 11, 22).

As duas espécies se complementam, quanto aos caracteres de valor econômico. *G. hirsutum* tem capacidade para produzir capulhos relativamente grandes, de 4-5 lojas, pesando 6-8g, alta porcentagem de fibra (40%), alta produtividade dentro de um ciclo relativamente curto e com desenvolvimento limitado, aliados, porém, a uma fibra de resistência pouco satisfatória e dificilmente ultrapassando 32 mm de comprimento (comercial). *G. barbadense* apresenta uma constituição genética que permite a obtenção de fibra de excelentes qualidades, resistentes, compridas (mais de 35 mm), aliadas, porém, a uma porcentagem de fibra inferior, capulhos pequenos, de 3-4 lojas, pesando 3-5g, produtividade menor, no geral com a necessidade de irrigação para a obtenção de altas produções por área, e tendência a um ciclo mais longo.

Muitos pesquisadores tentaram combinar as boas qualidades de ambas as espécies. Harland (9) deduziu dos resultados alcançados por ele e por outros autores que as referidas espécies apresentam caracteres homólogos, construídos, no geral, por genes alelomórficos acompanhados por alelos próprios de cada espécie e por modificadores, diferentes nas duas espécies, cujo balanço genético desintegra quando elas vêm a ser cruzadas. Stephens (22) também discute o problema da recombinação das duas espécies que continua desafiando os melhoristas.

Por outro lado, porém, a transferência de determinados genes de uma das espécies para a outra não encontra dificuldades, tendo sido efetuada no passado com êxito. Knight (13), Pandya (18) e Kamacher (12) verificaram a possibilidade de transferências por estudos citogenéticos. Também introgressões de caracteres de *barbadense* em populações primitivas de *hirsutum* foram constatadas por vários autores (10, 11, 17, 20, 24).

O presente trabalho teve, de início, como objetivo, a criação de uma nova variedade de algodoeiro, a partir de *Gossypium barbadense* L. v. *brasiliense* Hutch. e *G. hirsutum* L. v. *latifolium* Hutch. por meio do rompimento da barreira interespecífica. É uma nova tentativa no sentido de recombinar as características das duas espécies usando o algodoeiro dos índios brasileiros, o "rim-de-boi" ou "inteiro", e variedades paulistas de algodoeiro.

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

O programa de hibridação começou em 1965, pelo cruzamento de diversos representantes de *hirsutum* com uma amostra de *brasiliense*, registrada na coleção da Seção de Algodão do Instituto Agrônomo sob o índice Am-82

No caso específico descrito no presente trabalho, o pal *hirsutum* foi a variedade comercial IAC RM<sub>3</sub> (6), e o pal *brasiliense*, a descendência da amostra n.º 44-5, colhida no sítio Lagôa-da-Porta, município de São João da Ponte, Estado de Minas Gerais, Brasil, durante uma expedição realizada pela equipe da Seção de Algodão (17). A respectiva planta de "rim-de-boi" foi encontrada no meio de capoeira, vegetação secundária que se estabeleceu no local de uma cultura primitiva, abandonada havia ao menos cinco anos. A sua progénie revelou ótimas características de fibra e produtividade acima da média da sua espécie.

Foram feitos cruzamentos recíprocos entre a IAC RM<sub>3</sub> e a amostra n.º 44-5, em 1965, em casa de vegetação, onde foi semeada, também, a geração F<sub>1</sub>.

Um retrocruzamento para a IAC RM<sub>3</sub> foi realizado, nas mesmas condições, em março de 1966. As gerações F<sub>2</sub> e RC foram semeadas no campo, no ano agrícola de 1966/67. Uma seleção rigorosa para plantas precoces foi realizada nas mesmas condições, em abril de 1967, visto que a variedade *brasiliense* é perene e a agricultura atual do Estado de São Paulo exige plantas anuais, de ciclo curto. A precocidade foi avaliada através da contagem do número de internódios até à inserção do primeiro ramo frutífero de cada planta.

As progénies daquelas plantas foram estudadas em 1968-69. A partir desta geração iniciou-se um tipo de seleção recorrente baseado em ciclo de cruzamentos intrapopulacionais e seleção, delineado da seguinte maneira:

1.º Marcação, nas referidas progénies, das melhores plantas, na época do florescimento, e seu cruzamento indiscriminado, dentro de cada progénie. A massa das sementes obtidas destes cruzamentos "intra" constituiu a geração seguinte (CI), para cada progénie.

2.º Estudo das populações (CI), em 1969-70, elegendo-se aquelas de melhor estudo e que não evidenciaram sintomas nem de esterilidade nem de degenerescência. As gerações seguintes, (CI), foram derivadas por autofecundação artificial.

3.º Marcação das melhores plantas, nas gerações (CI), na época do florescimento, para início do seguinte ciclo de cruzamento "intra".

4.º Estudo paralelo das progénies dessas plantas, individualmente, com a finalidade de introduzir as melhores no esquema de melhoramento por seleção genealógica empregado na Seção de Algodão (4).

Nesses trabalhos, as progénies e as demais populações híbridas foram estudadas na base de linhas de 10 m de comprimento com 20 plantas cada uma, no espaçamento de 1,00 x 0,50 m. No caso das progénies de seleções havia uma linha testemunha intercalada a cada dez fileiras.

Usou-se a variedade IAC 12 como testemunha geral, em todos os anos.

Empregaram-se populações relativamente pequenas, mas em elevado número por ano, dentro das possibilidades de espaço disponível, admitindo-se que a probabilidade de isolar novos recombinantes aumenta mais com o número de progénies do que com o número de indivíduos por progénie.

Os caracteres económicos estudados foram determinados de acordo com (1).

Além das determinações dos seus caracteres económicos mais importantes, o algodoeiro de origem interespecífica, descrito neste artigo, foi objeto de um estudo morfológico comparativo, através dos índices genéticos desenvolvidos por Gridi-Papp (5). Foram calculadas as distâncias taxonômicas, baseadas em sete caracteres de folha, bráctea e flor (5), entre as plantas de três populações constituídas por 8 plantas de *heptalobatum*, 4 de *hirsutum* v. *latifolium* e 4 de *barbadense* v. *brasiliense*. Nestas últimas escolheram-se indivíduos de origem a mais diversa possível para representar toda a amplitude de variação das espécies paternas. Também foram computadas as distâncias entre os centros de gravidade

das três populações. Demonstra-se que a distância entre os centros de gravidade de duas populações compostas, respectivamente, de  $n$  e  $n'$  indivíduos é dada pela fórmula:

$$d_{GG'}^2 = \frac{S_1^{nn'} d_{ii'}^2}{n \cdot n'} - \frac{S_1^c d_{ij}^2}{n^2} - \frac{S_1^{c'} d_{i'j'}^2}{n'^2}$$

onde

$$c = \frac{n(n-1)}{2} \quad \text{e} \quad c' = \frac{n'(n'-1)}{2} \quad \cdot \quad d_{ii'}, d_{ij}, d_{i'j'}$$

representam, respectivamente, distâncias entre um indivíduo da população ( $n$ ) e um da população ( $n'$ ), entre dois indivíduos da população ( $n$ ) e entre dois da população ( $n'$ ).

### 3 — RESULTADOS

#### 3.1 — ISOLAMENTO DO MATERIAL COM SETE LÓBULOS FOLIARES

Uma das populações de 1968/69, designada por 69/H-184, destacou-se pelo seu vigor, uniformidade e grau de divisão das folhas, bastante recortadas, evidenciando um exemplo de segregação transgressiva. Parte das sementes obtidas pelos cruzamentos "intra" 69/H-184 x H-184 foi plantada em casa-de-vegetação, para estudos detalhados, inclusive morfológicos.

Na geração (CI) obtida selecionou-se a planta 70/E-109, em cuja progênie, composta de oito plantas, foi observada, pela primeira vez, a presença de sete lóbulos nas folhas completas. Havia uma certa variação, algumas das plantas formando apenas uma ou duas folhas heptalobadas, no meio do seu ciclo.

As progênies das oito plantas foram instaladas no campo, em 1971/72. Observou-se que a maioria dessas progênies era uniforme para o caráter de sete lóbulos, havendo, porém, bastante segregação para vigor vegetativo. Todas as plantas apresentavam-se relativamente precoces, com o comprimento do ciclo adequado para as condições da cotonicultura paulista.

As plantas de interesse foram selecionadas, nessas populações, e as suas progênies, em número de onze, foram estudadas no campo, em 1972/73. Somente quatro dessas progênies apresentaram segregação quanto ao número máximo de lóbulos foliares. Observou-se uma planta com até nove lóbulos. Foram eleitas as populações melhores e mais uniformes.

O material foi denominado, devido ao retrocruzamento e aos sete lóbulos, *Gossypium hirsutum* v. *heptalobatum*. A primeira folha completa apareceu, conforme a planta, num nó situado entre o sexto e o décimo sétimo internódios.

### 3.2 — AVALIAÇÃO DOS CARACTERES ECONÔMICOS

Os dados do ano de 1972/73 permitiram avaliar as faixas numéricas em que se situam, em média, os caracteres econômicos de *heptalobatum*. O quadro 1 apresenta as médias gerais das onze progênes e os respectivos coeficientes de variação, em comparação com os resultados alcançados, no mesmo campo, pelas linhas "testemunhas" de IAC 12-2.

Determinações feitas na espécie *brasiliense*, em casa-de-vegetação, deram 2,1 g de capulho, 25% de fibra, 14,8 g de peso de cem sementes, 31,7 mm de comprimento no Fibrógrafo, com 43,6% de uniformidade, 4,8 de índice Micronaire e 9,22 de índice de maturidade (7).

A produtividade, a porcentagem de fibra e a maturidade de *heptalobatum* foram insatisfatórias. Os demais caracteres se situaram em faixas economicamente interessantes. Por outro lado a comparação dos CV mostra que o material tem uma variabilidade relativamente alta em porcentagem de fibra e índice Micronaire.

### 3.3 — ESTUDO MORFOLÓGICO

O estudo morfológico foi feito na geração de 1971, progênie da planta 70/E-109.

A flor de *heptalobatum* é semelhante à das variedades paulistas. As pétalas não têm mancha de antocianina na base e apresentam coloração creme. Os índices morfológicos herdáveis (5) mostraram que *heptalobatum* é intermediária entre as espécies paternas quanto ao comprimento do pecíolo foliar, comprimento da coluna estaminal e forma do fruto. As suas folhas são igualmente ou mais recortadas do que em *brasiliense*. O índice da largura da bráctea varia desde menor que em *hirsutum* até quase os valores verificados em *brasiliense*. O comprimento do dente central da bráctea é como em *hirsutum*. O comprimento médio dos filamentos da ponta da coluna estaminal é superior ao encontrado em ambos os pais, ao passo que o índice da largura das pétalas é inferior ao observado em ambos os pais.

A figura 1 apresenta o aspecto geral de uma planta de *heptalobatum*, no campo, e detalhes da folha, da flor, da maçã e do capulho.

As distâncias taxonômicas calculadas entre as populações escolhidas acusaram os valores de 95,9 entre *hirsutum* e *brasiliense*, 94,8 entre *brasiliense* e *heptalobatum* e 35,0 entre *heptalobatum* e *hirsutum*. A figura 2 ilustra a posição relativa das três populações. Os raios dos círculos correspondem aos indivíduos mais afastados dos respectivos centros de gravidade

QUADRO 1. — Médias gerais dos caracteres econômicos e respectivos coeficientes de variação das onze progênies de heptalobatum (h), plantadas no ano agrícola de 1972/73, comparadas com os respectivos valores obtidos para onze linhas de IAC 12-2 (t) no mesmo campo e no mesmo ano

Varietade	Prod. (*)	Peso 1 cap. g	Porcent. fibra %	Peso 100 sem. g	Comprim. fibróg. mm	Uniform. fibróg. %	Micro- naire	Pressley 1/8"	Maturi- dade
Média: h ..	kg 1,28	6,45	37,15	11,94	27,56	40,36	4,26	29,12	13,24
t ..	2,33	7,75	41,90	11,59	25,68	41,80	4,68	18,58	12,84
C V (%): h	18,5	9,6	5,0	7,6	3,1	4,7	14,9	1,6	5,0
t	16,6	6,8	1,8	11,7	2,5	3,2	2,5	1,6	5,8

(\*) Produção de 16 plantas por progénie.

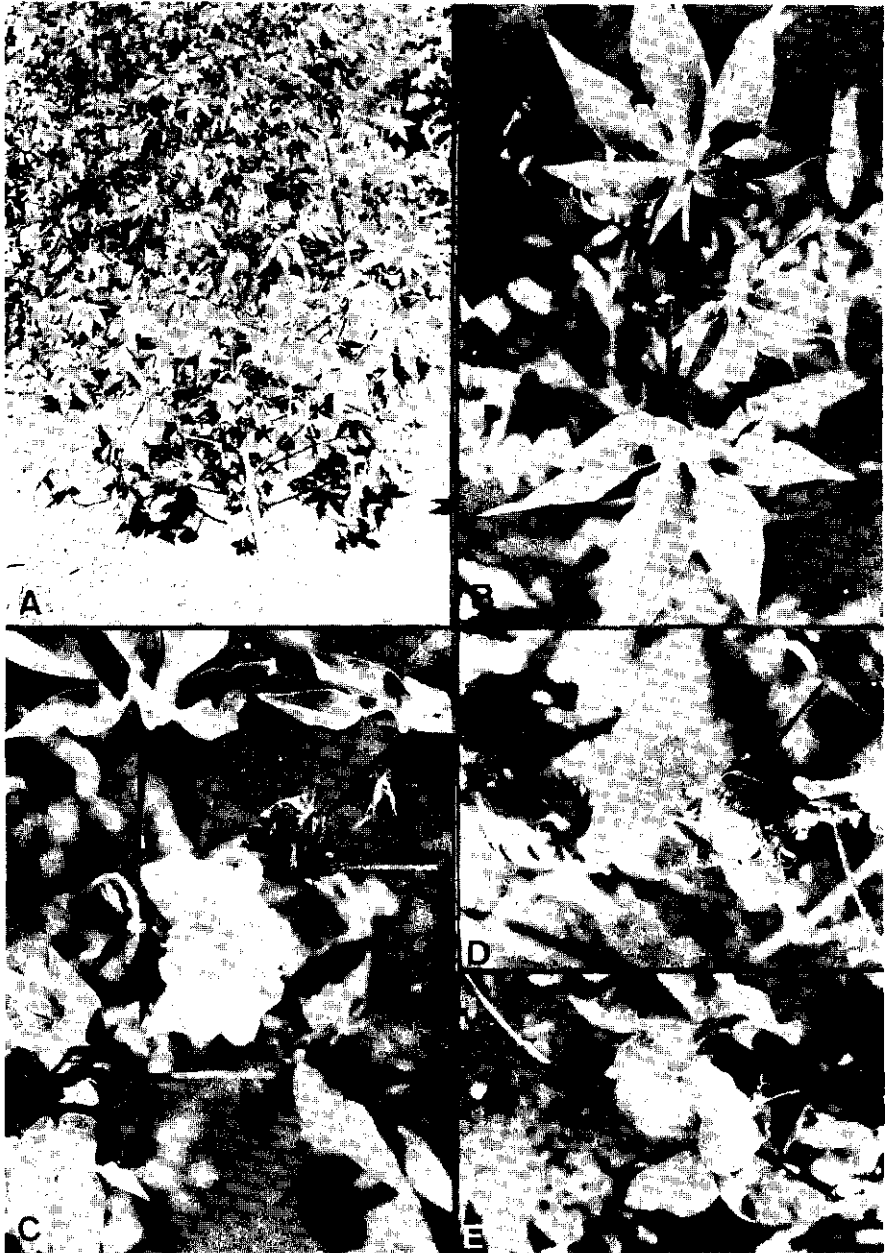


Figura 1. - Aspectos do algodoeiro heptalobatum: A-planta com fruto proveniente de fecundação artificial; B- detalhe da folha; C-flor; D-maçã; E-capulho desenvolvido.

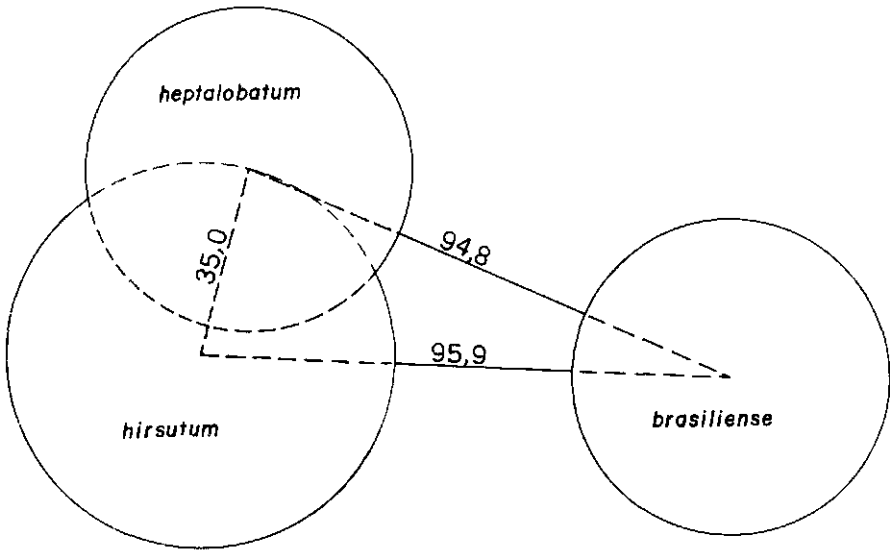


Figura 2. - Representação gráfica das posições relativas das populações de *Gossypium hirsutum*, *G. barbadense* v. *brasiliense* e da v. *heptalobatum*, baseada nas distâncias taxonômicas. O raio de cada círculo é proporcional à maior distância observada entre um indivíduo e o centro de gravidade da respectiva população.

#### 4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A variedade **brasiliense** da espécie **barbadense** foi empregada nos cruzamentos com a finalidade de evitar o uso de material comercialmente explorado de variabilidade genética geralmente restrita. É um algodoeiro domesticado primitivo da sua espécie, tendo sido objeto, somente, de exploração indígena e do que foi chamado cultura de sobrevivência (17).

A metodologia adotada foi baseada num estudo crítico de trabalhos sobre diferenciação das espécies e hibridação interespecífica (8, 16, 19, 23), do qual resultaram os seguintes pontos essenciais para a obtenção do fim visado pelo trabalho descrito:

a) Nas populações híbridas provenientes do cruzamento interespecífico considerado aparecem blocos de ligação estrutural cujas taxas de recombinação interna são demasiadamente reduzidas para constituírem o objetivo de um programa de melhoramento que vise à obtenção de um novo balanço genético.

b) O processo de retrocruzamentos repetidos tende a eliminar ou a consolidar os blocos de ligação, resultando na reconstituição dos tipos paternos ou no aparecimento de formas de qualidades inferiores.

c) Ciclos de cruzamentos dentro das populações descendentes das plantas selecionadas na segunda geração devem ativar a inserção de seg-



mentos ao lado dos blocos de ligação eventualmente formados e aumentar, indiretamente, a taxa de recombinação dentro dos blocos. Cabe ao melhorista adotar um método apropriado de seleção que permita isolar os recombinantes de valor econômico.

Embora não tenha determinado o fim do programa, o isolamento de **heptalobatum** veio a justificar a metodologia adotada. Trata-se de um novo tipo de algodoeiro à disposição dos melhoristas. Vários dos seus caracteres se enquadram nas faixas economicamente interessantes. A produtividade, a porcentagem de fibra e o índice de maturidade devem ser melhorados. As duas primeiras apresentam uma variabilidade satisfatória, e somente o índice de maturidade poderá oferecer dificuldades nesse sentido. Dada, porém, a origem interespecífica do material, é possível a ocorrência de novas recombinações numa frequência elevada, relativamente à observada em variedades comercialmente exploradas.

O número máximo de lóbulos foliares apresentados pelos algodoeiros é cinco na maioria dos casos. A ocorrência de sete lóbulos é conhecida, somente, na espécie diplóide **Gossypium arboreum** L. Observam-se em **brasiliense**, esporadicamente, um sexto e um sétimo lóbulo, de reduzido tamanho. A formação de sete lóbulos, em **heptalobatum**, aparece como um mecanismo normal, semelhante à ocorrência de cinco lóbulos nas variedades comerciais de **G. hirsutum**, **G. barbadense** e **G. herbaceum**.

A variedade **heptalobatum** se situa, pelas distâncias taxonômicas, como uma forma introgressiva de **Gossypium hirsutum**, contribuindo para aumentar a variabilidade dessa espécie.

## NEW COTTON OF INTERSPECIFIC ORIGIN

### SUMMARY

The selection of a new type of cotton in a population originated by crossing **Gossypium hirsutum** L. v. **latifolium** Hutch. and **G. barbadense** L. v. **brasiliense** Hutch., is reported and the underlying methods and procedures described.

One backcross to **hirsutum** followed by one cycle of crossing plants within populations and individual selection, led to the obtention of **heptalobatum**. Its fully developed leaves normally have seven narrow lobes. It is fully fertile and no sign of degeneration was observed in subsequent generations. The means of several economical and morphological characters are presented and discussed. The new cotton showed to be intermediary between the parental types for various characters, to be like one of the parents or a case of transgression for the others.

## LITERATURA CITADA

1. CAMPINAS. Instituto Agronômico. Ensaios regionais de variedades paulistas de algodoeiro. Campinas, 1972. 38p.
2. COTTON INTERNATIONAL: The International Textile Trade Edi. 39th ann. ed. Memphis, Melster Publishing Co., 1972. p.230.
3. GERSTEL, D. U. Chromosomal translocations in interspecific hybrids of the genus *Gossypium*. *Evolution* 7:234, 1953.
4. GRIDI-PAPP, I. L. Genética e melhoramento do algodoeiro. In: Melhoramento e genética. São Paulo, Edições Melhoramentos, Univ. de São Paulo, 1969. p.75-101.
5. ————. Índice morfológico baseado na variação relativa das dimensões em *Gossypium* tetraplóide. Piracicaba, Escola Sup. Agr. "Luiz de Queiroz", 1970. 44fls. (Tese)
6. ———— & CAVALERI, P. A. Melhoramento da variedade comercial de algodão Auburn 56 por seleção genealógica. *Ciência e Culutra* 17:199-200, 1965.
7. ———— & SABINO, N. P. Maturidade da fibra de algodão determinada por processo óptico — Método do fibrógrafo digital. *Rev. bras. Tecnologia* 3:99-106, 1972.
8. HANSON, W. D. The breakup of initial linkage blocks under selected mating systems. *Genetics* 44:857-868, 1959.
9. HARLAND, S. C. The genetical conception of the species. *Biol. Rev.* 11:83-112, 1936.
10. ————. Introgresive hybridization. *Nature* 166:243-244, 1950.
11. HUTCHINSON, J. The application of genetics to cotton improvement. Cambridge Univ. Press. 1959. 86p.
12. KAMACHER, P. Étude des relations génétiques et caryologiques entre génomes voisins du genre *Gossypium*. III. Cotton et Fibres trop. 22:205-223, 1967.
13. KNIGHT, R. L. Cotton breeding in the Sudan. I: Egyptian cotton. *Emp. J. exp. Agric.* 22:68-80, 1954.
14. MAHBUB, A. & LEWIS, C. F. Effects of reciprocal crossing on cytological and morphological features of interspecific hybrids of *Gossypium hirsutum* L. and *G. barbadense* L. *Crop. Sci.* 2:20-22, 1962.
15. McKENZIE, W. H. Fertility relationships among interspecific hybridprogenies of *Gossypium*. *Crop. Sci.* 10(5):571-574, 1970.
16. MILLER, P. A. & RAWLINGS, J. O. Breakup of initial linkage blocks through intermating in a cotton breeding population. *Crop. Sci.* 7:199-204, 1967.
17. NEVES, O. S.; GRIDI-PAPP, I. L.; CAVALERI, P. A.; FERRAZ, C. A. M.; FUZATTO, M. G.; SILVA, N. M. da; SCHMIDT, W. & CORRÊA, D. M. Distribuição geográfica atual dos algodoeiros perenes no Brasil. Primeiro levantamento parcial. *Bragantia* 27:437-476, 1968.
18. PANDYA, P. S. & PATEL, C. T. Role of species crosses in cotton improvement. *Ind. Cott. Grow. Rev.* 13:11-23, 1959.

19. RHYNE, C. L. Enhancing linkage block breakup following interspecific hybridization and backcross transference of genes in *Gossypium hirsutum* L. *Genetics* 47:61-69, 1962.
20. STEPHENS, S. G. The genetics of "corky". I. The new world alleles and their possible role as an interspecific isolating mechanism. *J. Genet.* 47:150-161, 1946.
21. ————. The cytogenetics of speciation in *Gossypium*. I. Selective elimination of the donor parent genotype in interspecific backcrosses. *Genetics* 34:627-637. 1949.
22. ————. Recombination between supposedly homologous chromosomes of *Gossypium barbadense* L. and *G. hirsutum* L. *Genetics* 46:1483-1500, 1961.
23. ————. Species differentiation in relation to crop improvement. *Crop Sci.* 1:1-5, 1961.
24. ————. Evolution under domestication of the New World cottons. *Ciência e Cultura* 19(1):118-134, 1967.