

ANÁLISE QUANTITATIVA DE CARACTERES MORFOLÓGICOS, AGRONÔMICOS  
E TECNOLÓGICOS DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L.)

POR

RAIMUNDO NONATO DE LIMA

---

Dissertação apresentada ao Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia

Fortaleza - Ceará

Março / 1981

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 Agronomia, área de concentração em Fitotecnia.

Reprodução parcial permitida com referência da fonte e do autor.

---

RAIMUNDO NONATO DE LIMA

Aprovada em 27 de março de 1981

---

Prof. RAIMUNDO DE PONTES NUNES, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.S., Ph.D.  
- Orientador -

---

Prof. FANUEL PEREIRA DA SILVA, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.S., Ph.D.

---

Prof. CLAIRTON MARTINS DO CARMO, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.S.

---

LEVI DE MOURA BARROS, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.S.



Aos meus pais

Otávio e Maria Helena

À minha esposa

Guida

Aos meus filhos

Lorena e Marcelo

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, e ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - CNPA, pela oportunidade de aperfeiçoamento.

À coordenação do curso de pós-graduação em agronomia, da Universidade Federal do Ceará, na pessoa do professor CLAIRTON MARTINS DO CARMO e a todo o CORPO DOCENTE do Departamento de Fitotecnia, pela consideração e pelos ensinamentos recebidos.

Ao professor RAIMUNDO DE PONTES NUNES, pela orientação, amizade e participação imprescindíveis à realização deste trabalho.

Ao professor JOSÉ MATIAS FILHO, do Departamento de Engenharia Agrícola, pela amizade e colaboração que em muito facilitaram o cumprimento desta tarefa.

Ao engenheiro agrônomo MARCOS AUGUSTO ESTEVES ARARIPE e à toda a equipe da Fazenda Experimental do Vale do Curu pela valiosa colaboração no acompanhamento e na tomada de observações do experimento.

Aos professores JOÃO BATISTA GOMES NETO, do Departamento de Matemática e Estatística Aplicada e FERNANDO EDUARDO PINHO, do Núcleo de Processamento de Dados da UFC., pela valiosa ajuda na elaboração dos programas necessários ao processamento eletrônico dos dados.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para o êxito de nosso esforço durante o curso.

CONTEÚDO

LISTA DE TABELAS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	x
INTRODUÇÃO .....	1
REVISÃO DE LITERATURA .....	3
MATERIAL E MÉTODOS	
Cultivares Estudadas .....	12
Instalação e Condução do Experimento .....	12
Coleta de Dados .....	12
Tratamento Estatístico .....	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO	
Análises de Variância e Comparações entre Cultivares .....	28
Estimativas de Herdabilidade e Coeficientes de Variação .....	33
Correlações .....	35
Coeficientes de Caminhamento .....	40
RESUMO E CONCLUSÕES .....	51
LITERATURA CITADA .....	54
APÊNDICE .....	59



## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
01	Identificação, Procedência das Sementes e Instituições de Origem das Cultivares Estudadas. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. ....	13
02	Esquema da Análise de Variância e Esperanças dos Quadrados Médios para o Modelo em Blocos ao Acaso com Sub-amostragem, Adotado na Análise de cada uma das Variáveis Observadas. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. ....	17
03	Esquema da Análise de Covariância e Esperanças dos Produtos Médios para cada Par de Variáveis Estudado. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. ....	21
04	Estimativas dos Quadrados Médios para as Causas de Variação Isoladas na Análise, e dos Valores de "F" para Cultivar, Referentes aos 10 Caracteres Estudados. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. ....	29
05	Médias dos 10 Caracteres Observados, Computadas para Cada uma das Cultivares Estudadas e Respectivos Agrupamentos de Acordo com os Resultados das Comparações pelo Teste de TUKEY. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. ....	30
06	Estimativas dos Coeficientes de Variação Fenotípica, Genética, Ambiental e Amostral, e dos Coeficientes de Herdabilidade Referentes aos 10 Caracteres Estudados. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. ....	34



## Tabela

## Página

07	Estimativas dos Coeficientes de Correlação Fenotípica ( $r_F$ ) e Genética ( $r_G$ ), Calculados a partir das Análises de Variância e Covariância Relativas aos 10 Caracteres Observados na População Constituída pelas 7 Cultivares Estudadas. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. ....	36
08	Estimativas dos Coeficientes de Correlação Fenotípica Obtidos a partir da Medição dos 10 Caracteres nas Plantas Amostradas de cada Cultivar Independentemente. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. ....	38
09	Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT), e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a Produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Genéticas Estimadas na População Constituída pelo Conjunto das 7 Cultivares Estudadas. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. ....	41
10	Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT), e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar Minas Dona Beja. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980....	43

- 11 Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT), e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar BR-1. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. .... 44
- 12 Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT), e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir de Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar IAC-17. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980 . .... 45
- 13 Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT), e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar PR - 4139. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. .... 46



- 14 Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT), e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar IAC-74/221. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. .... 47
- 15 Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT), e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a Produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar IAC-18. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. .... 48
- 16 Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT), e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a Produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar ALLEN 333/57. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980. .... 49

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
01 Representação Diagramática do Sistema de Causas e Efeitos, onde 1,2...5 são Causas Correlacionadas Determinantes da Variável 6, enquanto "X", Representa uma Variável de Efeito Residual, não Correlacionada. ....	24



## INTRODUÇÃO

A maioria dos caracteres de importância econômica nas plantas cultivadas são de natureza quantitativa, controlados por grande número de genes que atuam de forma complexa compondo um sistema interrelacionado onde componentes individuais podem assumir diferentes graus de importância na expressão final do caráter ou caracteres de interesse. O emprego de métodos quantitativos no estudo individualizado e na análise conjunta destes caracteres se apresenta como de grande utilidade no planejamento e execução de um programa de melhoramento.

O estudo individualizado de cada caráter proporciona informações básicas de grande utilidade para orientar a prática da seleção. É através deste estudo que se torna possível, por exemplo, uma avaliação objetiva da variabilidade e herdabilidade de determinado caráter em uma população, propriedades sobre as quais se estabelecem os fundamentos da seleção (ALLARD, 1971).

Por outro lado, análises de interrelações entre caracteres podem produzir indicações necessárias à opção por um procedimento mais adequado aos objetivos pretendidos. Isto se verifica porque o valor econômico normalmente depende de um conjunto de caracteres, podendo existir entre eles relações de interdependência suficientemente fortes para que devam ser consideradas em um programa de melhoramento genético (FALCONER, 1975).

O Grau de associação entre caracteres é medido quantitativamente através do coeficiente de correlação, cuja utilidade reside no fato de permitir antecipar o comportamento de um caráter em relação a outro, com o qual está

correlacionado, quando este é submetido a determinada pressão de seleção.

O Coeficiente de correlação, no entanto, traduz somente o conceito de associação mútua, ou seja, não mede relações de causa e efeito que porventura existam. Estas relações, quando possível de serem estabelecidas, podem ser avaliadas através do método dos coeficientes de caminhamento (Path coefficient), desenvolvido por WRIGHT (1921). Com esta técnica, a partir de um modelo causal proposto "a priori", é possível subdividir os valores das correlações em efeitos diretos e indiretos de determinados componentes (causas), sobre a variável ou variáveis consideradas como efeito(s).

Dentro deste contexto, levando-se em consideração a importância da cultura algodoeira na economia do Nordeste e do País, o presente trabalho teve por objetivo:

1. Estudar o comportamento de 10 caracteres avaliados quanto à variabilidade e herdabilidade, em 7 cultivares de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L.);
2. Estimar correlações entre estes caracteres;
3. A partir de um modelo causal proposto para representar o rendimento da planta, avaliar a importância relativa de cada caráter envolvido, através do método dos coeficientes de caminhamento.



## REVISÃO DE LITERATURA

Segundo WARNER (1952), o estudo dos caracteres quantitativos quanto à hereditariedade e quanto aos componentes ambientais de variação, tiveram início com os trabalhos clássicos de Johannsen, o qual demonstrou que tanto fatores hereditários como ambientais contribuíam na variação somática de populações segregantes, enquanto que a variação em linhas puras era inteiramente de natureza ambiental. Posteriormente East e Nilsson-Ehle confirmaram os trabalhos de Johannsen e demonstraram a compatibilização de seus resultados com a genética mendeliana.

Para ALLARD (1971), os caracteres quantitativos embora muito importantes para o melhoramento seletivo das plantas, determinam, por sua própria natureza, dificuldades de análise e manejo da variabilidade a eles inerente. Por isso, as investigações de natureza teórica na genética quantitativa levaram à pesquisa de parâmetros do complexo genótipo - ambiente dos quais dependem, em grande parte, os resultados do melhoramento. Assim, estimativas de parâmetros como médias, variâncias e covariâncias são básicas para a escolha de processos de melhoramento mais adequados a cada caso.

A existência de variabilidade que permita a prática da seleção e a presença de uma fração desta variabilidade que seja de natureza genética, são requisitos indispensáveis ao melhoramento genético. É sobre estes princípios que se estabelece o conceito de herdabilidade.

De acordo com CHUNG e LIANG (1970), a herdabilidade expressa a importância relativa da hereditariedade e do ambiente influenciando os caracteres quantitativos.

ALLARD (1971); define herdabilidade como o quociente entre a variabilidade de origem genética e a variabilidade total.

Para LIANG e WALTER (1968), o conhecimento relacionado à herança dos caracteres quantitativos permite maior efetividade na seleção destes caracteres. Entre os vários parâmetros envolvidos no estudo da herança genética, os autores citam a herdabilidade como um meio de avaliar as possibilidades de melhorar um caráter através de seleção.

VENKOVSKY (1973), cita o cálculo da herdabilidade como uma das utilidades da estimação dos componentes de variância na análise de experimentos ligados ao melhoramento genético.

WARNER (1952), relata que as técnicas para estimação da herdabilidade reportadas na literatura, podem ser agrupadas em três principais categorias:

- a) Regressão progenitor x progênie;
- b) Componentes de variância, obtidos da análise de variância;
- c) Aproximação da variância ambiental com o uso de populações geneticamente uniformes, para estimar a variância genética total.

No mesmo trabalho o autor propõe um método para estimação da herdabilidade tomando como base a população  $F_2$  e os retrocruzamentos para os pais endogâmicos.

BHARDWAJ e SIMLOTE (1968b), referindo-se à influência do ambiente sobre os caracteres que são quantitativamente herdados, ressaltam a dificuldade de julgar se a variabilidade observada é de natureza genética ou ambiental. Estes autores estudaram a variabilidade genética e estimaram a her

(aspecto)



tabilidade dos caracteres altura de planta, número de ramos frutíferos, número de capulhos, peso de 100 sementes, comprimento de fibra e rendimento da planta, em variedades de algodão herbáceo (G. hirsutum L.). Todos os caracteres avaliados mostraram altos valores de herdabilidade, exceção feita à percentagem de fibra que apresentou um valor de apenas 8,86%. Baseados nos coeficientes de variação genética e nas estimativas de herdabilidade, os autores concluíram que a seleção com base no número de capulhos e número de ramos frutíferos seria efetiva para propósitos práticos.

THOMPSON (1973a), estudou a herdabilidade de vários caracteres em variedades de algodão herbáceo (G. hirsutum L.) empregando diferentes métodos de determinação das estimativas e considerando diferentes situações. Observou que as estimativas de herdabilidade foram usualmente similares quando derivadas dos componentes de variância com base em um ou dois ambientes, ou ainda quando determinadas através da regressão progenitor x progênie. As estimativas foram em geral baixas para o rendimento da planta e número de capulhos e altas para percentagem de fibra.

KALSY, SANDHU e RANDHAVA (1973), estudaram 18 variedades de algodão herbáceo (G. hirsutum L.) e obtiveram elevados coeficientes de variação genética para os caracteres número de ramos monopodiais e simpodiais por planta. Altas estimativas de herdabilidade no sentido amplo foram obtidas para altura de planta, número de ramos simpodiais, rendimento da planta e comprimento de fibra. Os autores concluíram que a seleção baseada no número de ramos simpodiais determinaria aumento na produção.

A literatura registra que a baixa herdabilidade de um caráter, mesmo que este apresente alto coeficiente de va

riação genética, pode vir a dificultar sua manipulação em um programa de melhoramento. Algumas vezes é possível a utilização de procedimentos que permitem contornar este problema e determinar maior efetividade na seleção e progresso genético mais rápido. Estes procedimentos estão ligados ao conhecimento das interrelações entre os caracteres na planta, que podem ser estimadas através de técnicas quantitativas.

Segundo GOLDENBERG (1968), a associação entre caracteres pode se estabelecer de forma completa, como ocorre com alguns caracteres qualitativos, ou apresentar-se com menor ou maior intensidade, o que se verifica entre os caracteres quantitativos. Esta associação pode ser numericamente representada pelo coeficiente de correlação.

WRIGHT (1968), referindo-se ao coeficiente de correlação, cita que este foi proposto por Galton, como um meio de descrever a associação entre variáveis dentro de uma escala universal em estudo de dados onde muita variação real ocorre. Esta estatística tem se mostrado de grande utilidade e de amplo uso nas ciências em geral e principalmente no âmbito das ciências biológicas.

Para FALCONER (1975), a constituição genética dos indivíduos e o ambiente em que vivem são as causas determinantes de correlação. Segundo o autor, a pleiotropia é a principal causa genética de correlação enquanto que a ligação gênica assume o papel de causa transitória. O ambiente influenciando simultaneamente a dois ou mais caracteres, pode vir a determinar um certo grau de correlação entre eles.

JONHSON, ROBINSON e COMSTOCK (1955), consideram que os coeficientes de correlação genética proporcionam informação básica extremamente útil ao melhorista, pois o conhecimento destas correlações pode indicar a possibilidade da se

leção indireta de um caráter através de seus indicadores. A utilidade prática da seleção indireta, no entanto, depende da extensão com que o melhoramento de caráter principal é facilitado por seus indicadores. Isto significa que além da facilidade de manuseio dos caracteres indicadores e das correlações genéticas, é também essencial o conhecimento das correlações fenotípicas e das variâncias fenotípicas e genéticas de cada caráter envolvido no esquema de seleção.

GERALDI, VENKOVSKY e MIRANDA (1978), relatam que para a obtenção das estimativas de correlações genéticas entre caracteres, torna-se necessário o conhecimento das estimativas de variâncias genéticas de cada caráter individualmente, bem como das covariâncias genéticas entre eles. Tendo em vista que neste tipo de estudo o número de indivíduos avaliados por parcela pode diferir de um para outro caráter, os autores determinaram as esperanças matemáticas dos produtos médios quando esta situação ocorre. Desse modo, torna-se possível, mesmo com número diferente de indivíduos avaliados por caráter, estimar-se as covariâncias genéticas.

PARODA e JOSHI (1970), consideram o rendimento das culturas um caráter complexo, soma da contribuição de vários componentes individuais e que nem sempre resulta em critério seguro para a seleção devido à baixa herdabilidade e ampla flutuação de resultados em função de interações com o ambiente. Estes autores estudaram correlações entre diversos caracteres em trigo (Triticum aestivum) e observaram que o peso de 100 sementes e o peso de grãos por espiga estavam altamente correlacionados com o rendimento da planta.

BHATT (1973), ressalta que o inadequado conhecimento das interrelações entre os diversos caracteres, e a prá-



tica da seleção unilateral para caracteres agrônômicos, frequentemente leva à não otimização dos resultados do melhoramento. Este autor estudou correlações fenotípicas, genéticas e de ambiente entre caracteres de trigo (T. aestivum) obtendo valores de correlações genéticas sempre muito próximos dos obtidos para as correlações fenotípicas. Nenhuma das correlações de ambiente estimadas se mostrou estatisticamente significativa.

MILLER e RAWLING (1967), observaram após três ciclos de seleção recorrente para aumento do rendimento em algodão (G. hirsutum L.), um aumento simultâneo nos caracteres percentagem de fibra, número de sementes por capulho e precocidade. Verificaram também uma redução no peso de capulho, peso de sementes, comprimento de fibra e resistência de fibra, embora estes caracteres não tivessem sido submetidos à seleção. Outra observação dos autores foi que o rendimento da população base foi positivamente correlacionado com a percentagem de fibra e negativamente com o peso de capulho, comprimento e resistência de fibra, ocorrendo reduções nos valores das correlações a cada ciclo de intercruzamento.

BHARDWAJ e SIMLOTE (1968a), estudaram correlações fenotípicas entre os caracteres altura de planta, número de ramos frutíferos, número de capulhos, peso de 100 sementes, comprimento e percentagem de fibra em 28 variedades de algodão herbáceo (G. hirsutum L.) Correlações significativas foram obtidas entre o rendimento e os caracteres altura de planta, número de ramos frutíferos, número de capulhos por planta e peso de 100 sementes. Com base nestes resultados, os autores concluíram que aumento na produção poderia ser conseguido pela seleção simultânea destes caracteres.

THOMPSON (1973a), obteve estimativas de correlações



fenotípicas e genéticas entre os caracteres rendimento de pluma, número de capulhos, peso de capulho, percentagem de fibra, altura de planta, micronaire e Índice Pesley em 5 variedades de algodão herbáceo (G. hirsutum L.). De uma maneira geral, os valores das correlações genéticas foram muito semelhantes àqueles obtidos para as correlações fenotípicas. O caráter rendimento de pluma apresentou-se positivamente correlacionado com micronaire e negativamente com o Índice Pesley o que, segundo o autor, constituem associações indesejáveis para o melhoramento da cultura.

Segundo WRIGHT (1921, 1934), as estimativas de correlações podem ser consideradas sob o ponto de vista da descrição puramente estatística, ou serem interpretadas em termos de fluxos de causas. Para esta interpretação, o autor propôs o método dos coeficientes de caminamento (Path coefficient) que permite a medição das relações de causa e efeito a partir das estimativas de correlações entre variáveis em um sistema interrelacionado.

Ainda segundo o autor, mesmo no caso de serem incertas as relações de causa e efeito entre as variáveis, o método pode ser usado como um meio de encontrar consequência lógica para alguma hipótese particular em relação a estas variáveis.

De acordo com RANGEL (1979), o método dos coeficientes de caminamento, apesar de ter sido proposto em 1921, não foi imediatamente aceito pelos melhoristas. Só muito tempo depois é que foi gradualmente sendo utilizado e ficou estabelecido o valor do método.

DEWEY e LU (1959), estudaram 81 progênies de "capim trigo", com o propósito de obter informações sobre o interrelacionamento entre alguns componentes da produção e de

monstrar a aplicabilidade do método dos coeficientes de caminamento na análise de sistemas de variáveis interrelacionadas. Um dos aspectos que os autores consideraram relevante nos resultados foi o fato de que, embora a correlação entre o número de sementes por espiguetas e rendimento de sementes apresentasse um baixo valor, a análise pelo método dos coeficientes de caminamento mostrou o número de sementes por espiguetas como o caráter de maior influência no rendimento. Explicam os autores que o aparente conflito resulta do fato da correlação medir apenas o grau de associação mútua, enquanto que os coeficientes de caminamento medem a importância relativa de uma causa especificada com relação a outras presentes no modelo causal proposto.

NAPHADE (1972), empregou o método dos coeficientes de caminamento no estudo de 20 variedades de sorgo (Sorghum vulgare). Foram analisadas as correlações entre a produção de forragem e o número de folhas, altura da planta e área foliar. Os resultados demonstraram que a produção de forragem, no caso, era determinada principalmente pelo número de folhas, caráter que apresentou o maior efeito direto. A altura de planta e a área foliar demonstraram importância indireta através do número de folhas.

DUARTE e ADAMS (1972), utilizando os coeficientes de caminamento estudaram os efeitos diretos e indiretos do número e tamanho de folhas sobre a produção de vagens, número de sementes por vagem e peso de sementes; e dos três últimos sobre o rendimento do feijão (Phaseolus vulgaris L.). O número de vagens exerceu efeito preponderante sobre o rendimento em todas as famílias estudadas. Nas famílias onde a seleção foi dirigida para tipos divergentes com relação aos caracteres número de sementes e peso de sementes, estes caracteres também assumiram efeitos diretos de grande magni

tude na expressão do rendimento.

BEZERRA (1976), estudou a produção total em função das produções do primeiro ao quinto ano em 4 cultivares de algodão mocô (Gossypium hirsutum marie galante Hutch), utilizando o método dos coeficientes de caminhamento para determinação dos efeitos da produção de cada ano, na produção total. Observou que a produção do segundo ano é a que apresenta maior efeito direto sobre a produção total. Seu estudo também evidenciou que o efeito direto da produção do primeiro ano foi alto em 3 das cultivares estudadas e teve um valor insignificante em uma delas.



## MATERIAL E METODOS

### Cultivares Estudadas

As sete cultivares de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L) utilizadas no presente estudo estão identificadas na Tabela 01. Estas cultivares constituíram, no ano agrícola de 1980, o material base dos "ensaios nacionais de variedades" conduzidos pelas instituições que trabalham com pesquisa algodoeira no País.

### Instalação e Condução do Experimento

As cultivares foram agrupadas em blocos casualizados com 7 repetições, instalados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, em Pentecoste-Ceará-Brasil, sob condições de irrigação. O plantio do ensaio foi efetuado em 03 de abril de 1980 após as operações de preparo do solo em uma área de onde foi retirada uma cultura de feijão. Não foi feita qualquer adubação no plantio ou durante a condução do experimento.

Cada parcela constou de 4 fileiras com 6 metros de comprimento, obedecendo a um espaçamento de 80 cm entre fileiras e 30 cm entre plantas, dentro da fileira.

### Coleta de Dados

Em cada parcela foram amostradas 5 plantas que serviriam de base para as observações feitas durante a condução do experimento. Estas plantas foram sorteadas 30 dias após a germinação ficando estabelecido que não participaria da amostra qualquer planta que apresentasse em sua vizinhança i

Tabela 01 - Identificação, Prodedência das Sementes e Instituições de Origem das Cultivares Estudadas. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980.

Denominação	Procedência	Instituições de origem <sup>1/</sup>
Minas Dona Beja	CNPA	EPAMIG
BR 1	CNPA	CNPA
IAC 17	CNPA	IAC
PR 4139	CNPA	IAPAR
IAC 74/221	CNPA	IAC
IAC 18	CNPA	IAC
Allen 333/57	CNPA	IRCT

1/ Vide anexo 2 para significado das abreviaturas e endereços das instituições aqui citadas.

Fonte: CNPA

mediata, uma falha de "stand". Adotou-se este critério com o objetivo de minimizar a variação não controlada decorrente de diferentes condições de competição entre as plantas.

Foram avaliados um total de 10 caracteres, conforme procedimentos a seguir descritos:

Produção por Planta (PROD) - Obtida pela pesagem do total das duas colheitas efetuadas em cada planta amostrada, expresso em gramas.

Número de Capulhos por Planta (NCAP) - Corresponde ao total de capulhos colhidos em cada planta, nas duas colheitas.

Peso de 100 Sementes (PSEM) - Determinação feita em laboratório, corresponde ao peso de 100 sementes obtidas aleatoriamente de uma amostra de capulhos em cada planta, expresso em gramas.

Porcentagem de Fibra (PRFB) - Determinação feita em laboratório, corresponde à relação entre o peso de pluma obtido de uma amostra de capulhos, e o peso total desta amostra.

Comprimento de Fibra (COMP) - Correspondente ao valor obtido por fibrógrafo (2,5%), expresso em mm. As determinações foram feitas por um fibrógrafo digital marca SPINLAB 430.

Altura de Planta (ALTR) - Correspondente à distância do solo até a inserção da última folha do ramo principal, medido por ocasião da primeira colheita e expresso em cm.



Número de Flores (NFLR) - Obtido pela soma das produções diárias das flores de cada planta, a partir da emissão da primeira flor até a data da primeira colheita.

Número de Ramos Frutíferos (NRFT) - Obtido pela contagem de todos os ramos frutíferos produzidos por cada planta amostrada, inclusive os ramos frutíferos de segunda ordem, por ocasião da primeira colheita.

Número de Ramos Vegetativos (NRVG) - Obtido pela contagem do total de número de ramos vegetativos produzidos por cada planta amostrada, à época da colheita.

As determinações de laboratório foram processadas no laboratório de análises de fibras do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - CNPA, unidade descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMPRAPA, em Campina Grande-Paraíba..

## Tratamento Estatístico

### Análise de Variância

As análises de variância realizadas para cada um dos caracteres avaliados obedeceram ao delineamento em blocos casualizados com sub-amostragem. O modelo matemático adotado para esta situação é mostrado a seguir, tendo-se assumido a aleatoriedade de todos os efeitos considerados.

Assim, considerando-se  $Y_{ijk}$ , como uma observação qualquer temos:

$$Y_{ijk} = u + C_i + B_j + E_{ij} + \sigma_{ijk}$$

Onde:

$u$  = Média Geral

$C_i$  = Efeito da Cultivar I,  $i= 1....7$

$B_j$  = Efeito do Bloco J,  $j= 1....7$

$E_{ij}$  = Efeito da Interação Bloco x Cultivar (Erro experimental)

$\sigma_{ijk}$  = Efeito da variação de plantas dentro de Cultivar (Erro amostral).

Os dados relativos aos caracteres: número de flores, número de capulhos e número de ramos frutíferos foram transformados para  $\sqrt{x}$ , enquanto que os obtidos para número de ramos vegetativos foram transformados para  $\sqrt{(x + 0,5)}$ , por apresentarem alguns valores iguais a zero.

Na Tabela 02, são apresentadas as esperanças dos quadrados médios para cada fonte de variação isolada na análise de variância. Operando-se algebricamente as expressões ali obtidas, foram determinados os componentes  $\sigma_G^2$ ,  $\sigma_B^2$ ,  $\sigma_E^2$  e  $\sigma_A^2$  que correspondem respectivamente aos componentes de variância devidos a causas genéticas, efeitos locais isolados pelos blocos, componentes devidos à interação de blo-

Tabela 02 - Esquema da Análise de Variância e Esperanças dos Quadrados Médios para o Modelo em Blocos ao Acaso com Sub-amostragem, Adotado na Análise de cada uma das Variáveis Observadas. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1980.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Cultivar	c-1	$Q_1$	$\sigma_A^2 + r\sigma_E^2 + br\sigma_G^2$
Bloco	b-1	$Q_2$	$\sigma_A^2 + r\sigma_E^2 + br\sigma_B^2$
Erro Experimental	(c-1) . (b-1)	$Q_3$	$\sigma_A^2 \quad r\sigma_E^2$
Erro Amostral	bc.. (r-1)	$Q_4$	$\sigma_A^2$

c- Número de Cultivares	$\sigma_A^2$ - Componente de Variância Amostral
b- Número de Blocos	$\sigma_E^2$ - Componente de Variância Relativo à interação Bloco versus Cultivar
r- Número de Plantas Amostradas	$\sigma_B^2$ - Componente de Variância Relativo a Blocos
	$\sigma_G^2$ - Componente de variância Genética



cos versus cultivar e, finalmente, componente devido às diferenças entre plantas dentro de cultivar.

A partir das estimativas obtidas através destes componentes, foram calculados os seguintes coeficientes de variação:

$$CV_F (\%) = \frac{\hat{s}_f}{\bar{X}} \times 100$$

Correspondente ao coeficiente de variação fenotípica que mede a variabilidade total entre as cultivares;

$$CV_E (\%) = \frac{\hat{s}_e}{\bar{X}} \times 100$$

Correspondente ao coeficiente de variação ambiental que mede a variabilidade resultante de efeitos ambientais quer tenham sido isolados ou não pelos blocos;

$$CV_G (\%) = \frac{\hat{s}_g}{\bar{X}} \times 100$$

Correspondente ao coeficiente de variação genético que mede a variabilidade resultante de diferenças genéticas entre cultivares;

$$CV_A (\%) = \frac{\hat{s}_a}{\bar{X}} \times 100$$

Correspondente ao coeficiente de variação amostral que mede a variabilidade entre plantas dentro de cultivar.

Onde:

$\hat{s}_f$  - representa uma estimativa do desvio padrão fe

notípico que corresponde à raiz quadrada da soma dos componentes  $\sigma_G^2$ ,  $\sigma_B^2$ ,  $\sigma_E^2$  e  $\sigma_A^2$ ;

$\hat{s}_e$  - representa uma estimativa do desvio padrão ambiental, que corresponde à raiz quadrada da soma dos componentes  $\sigma_B^2$  e  $\sigma_E^2$ ;

$\hat{s}_g$  - representa uma estimativa do desvio padrão genético que corresponde à raiz quadrada do componente  $\sigma_G^2$ ;

$\hat{s}_a$  - representa uma estimativa do desvio padrão amostral, que corresponde à raiz quadrada do componente relativo a diferenças entre plantas dentro de cultivar,  $\sigma_A^2$ ;

$\bar{X}$  - média geral, ao nível de planta.

O coeficiente de herdabilidade no sentido amplo, foi obtido de acordo com a seguinte expressão:

$$h^2 = \frac{\hat{s}_g^2}{\hat{s}_f^2} \times 100$$

#### Análise de Covariância

Com o fim de tornar possível a obtenção de correlações genéticas entre os caracteres observados na população constituída pelas 7 cultivares, foram estimados os produtos médios, utilizando-se o processo de KEMPTHORNE (1966), como empregado por RANGEL (1979). Este processo consiste na ob-

tenção das covariâncias a partir da seguinte propriedade da variância:

$$\text{Se } Z = X + Y$$

Então:

$$\hat{V}(Z) = \hat{V}(X) + \hat{V}(Y) + 2\text{Cov}(X, Y)$$

Portanto:

$$\text{Cov}(x, y) = \frac{\hat{V}(Z) - \hat{V}(X) - \hat{V}(Y)}{2}$$

Assim, submetendo-se uma variável Z, resultante da soma de dois caracteres X e Y, à análise de variância, o produto médio dos dois caracteres ( $P_{x,y}$ ), é obtido através dos quadrados médios referentes à soma dos dois caracteres ( $QM_Z$ ) e dos quadrados médios de cada um dos caracteres individualmente ( $QM_X$  e  $QM_Y$ ), da seguinte maneira:

$$PM_{x,y} = \frac{(QM_{x+y}) - (QM_X) - (QM_Y)}{2}$$

Seguindo este procedimento, foram calculadas as covariâncias fenotípicas utilizando-se os produtos médios; e as covariâncias genéticas, utilizando-se o componente de covariância genética, deduzido a partir das esperanças matemáticas dos produtos médios apresentadas na Tabela 03.



Tabela 03 - Esquema da Análise de Covariância e Esperanças dos Produtos Médios para cada Par de Variáveis Estudado. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980.

Fontes de Variação	Quadrados Médios (QM)			Produtos Médios	Esper. Mat. dos Prod. Médios
	x	y	z	P.M.	E(P.M.)
Blocos					
Cultivares	$Q_1(x)$	$Q_1(y)$	$Q_1(z)$	$\frac{Q_1(z) - Q_1(x) - Q_1(y)}{2}$	$Cov_A + Cov_E + Cov_G$
Erro Experimental	$Q_3(x)$	$Q_3(y)$	$Q_3(z)$	$\frac{Q_3(z) - Q_3(x) - Q_3(y)}{2}$	$Cov_A + Cov_E$
Erro Amostral	$Q_4(x)$	$Q_4(y)$	$Q_4(z)$	$\frac{Q_4(z) - Q_4(x) - Q_4(y)}{2}$	$Cov_A + Cov_E$

## Correlações

As correlações foram estimadas por dois processos que diferiram basicamente no método para obtenção dos momentos estatísticos utilizados no cálculo. No primeiro, os valores das variâncias e covariância que compõem a fórmula para o cálculo da correlação entre dois caracteres foram obtidos a partir das análises de variância e covariância já descritas. Assim, sabendo-se que:

$$r = \text{Cov}(x, y) / \left[ \hat{V}(x) \cdot \hat{V}(y) \right]^{\frac{1}{2}}$$

calcularam-se as correlações genéticas estabelecendo-se:

$$\text{Cov}(x, y) = \text{Cov}_G(x, y)$$

$$\hat{V}(x) = \hat{s}_g^2(x)$$

$$\hat{V}(y) = \hat{s}_g^2(y)$$

de maneira que:

$$r_g = \text{Cov}_G(x, y) / \left[ \hat{s}_g^2(x) \cdot \hat{s}_g^2(y) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Procedimento semelhante foi adotado para o cálculo das correlações fenotípicas, utilizando-se os quadrados médios e produtos médios relativos a cultivar, como estimativas das variâncias e covariâncias fenotípicas, respectivamente.

Para o cálculo das correlações entre os caracteres

a partir das observações dentro de cada cultivar isoladamente, foram utilizadas as estimativas de variâncias e covariância obtidas através dos seguintes momentos centrados:

$$\text{Cov}(x, y) = \Sigma(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$$

$$\hat{V}(x) = \Sigma(x_i - \bar{x})^2$$

$$\hat{V}(y) = \Sigma(y_i - \bar{y})^2$$

#### Coeficientes de Caminhamento

Para determinação dos efeitos diretos e indiretos de alguns dos caracteres estudados sobre a produção, foram calculados os coeficientes de caminhamento de acordo com metodologia proposta por WRIGHT (1921, 1934) e também relatada por outros autores como KEMPTHORNE (1966) e LI (1975).

Foi formulado um diagrama de causas e efeito, onde a produção foi considerada como sendo determinada pelas variáveis: número de capulhos, peso de capulho, altura da planta, número de ramos frutíferos e número de ramos vegetativos (Figura 01). Arbitrou-se representar a produção através destes caracteres pela relativa facilidade com que podem ser observados no campo e pela frequência de relatos sobre estas associações destes caracteres com a produção da planta.

Na construção do diagrama, cada linha unidirecional representa um efeito direto daquela variável considerada como causa sobre a variável tida como efeito. As linhas bidirecionais representam as associações mútuas, medidas pelos coeficientes de correlação. A variável "X", incluída no



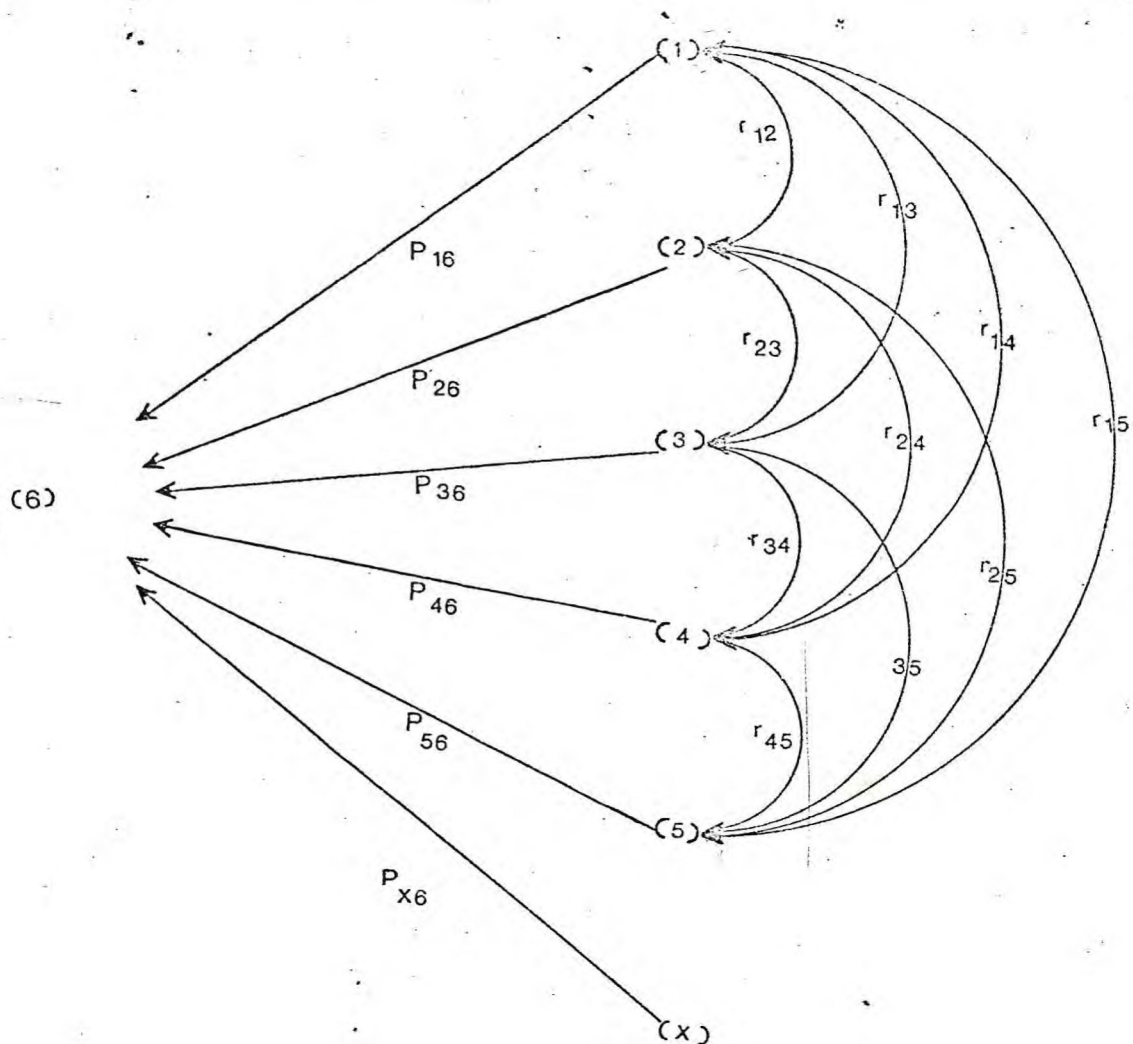


FIGURA 01 - Representação Diagramática do Sistema de Causas e Efeitos onde 1,2...5 são causas correlacionadas determinantes da variável 6, enquanto X, representa uma variável de efeito residual, não correlacionada.

- (1) - Número de capulhos por planta (NCAP)
- (2) - Peso médio de capulho (PCAP)
- (3) - Altura da planta (ALTR)
- (4) - Número de ramos frutíferos por planta (NRPT)
- (5) - Número de ramos vegetativos por planta (NRVG)
- (6) - Produção por planta (PROD)

diagrama, representa efeitos residuais que completam a determinação do modelo.

Os valores dos coeficientes de caminhamento foram calculados pela solução do sistema de equações simultâneas que expressa o relacionamento entre as correlações e os coeficientes de caminhamento, do ponto de vista expresso no diagrama da Figura 01.

Para este diagrama foram estabelecidas cinco equações simultâneas a seguir descritas:

$$r_{16} = P_{16} + r_{12}P_{26} + r_{13}P_{36} + r_{14}P_{46} + r_{15}P_{56}$$

$$r_{26} = r_{12}P_{16} + P_{26} + r_{23}P_{36} + r_{24}P_{46} + r_{25}P_{56}$$

$$r_{36} = r_{13}P_{16} + r_{23}P_{26} + P_{36} + r_{34}P_{46} + r_{35}P_{56}$$

$$r_{46} = r_{14}P_{16} + r_{24}P_{26} + r_{34}P_{36} + P_{46} + r_{45}P_{56}$$

$$r_{56} = r_{15}P_{16} + r_{25}P_{26} + r_{35}P_{36} + r_{45}P_{46} + P_{56}$$

Onde:

$r_{16}$  - Correlação entre o número de capulhos e a produção;

$r_{26}$  - Correlação entre o peso de capulho e a produção;

$r_{36}$  - Correlação entre a altura da planta e a produção;

$r_{46}$  - Correlação entre o número de ramos frutíferos e produção;

$r_{56}$  - Correlação entre o número de ramos vegetativos e a produção.

Os  $P_{i6}$ , representam os efeitos diretos de cada um dos caracteres envolvidos no modelo, sobre a produção.

Assim,

$P_{16}$  - Efeito direto do número de capulhos;

$P_{26}$  - Efeito direto do peso de capulho;

$P_{36}$  - Efeito direto da altura da planta;

$P_{46}$  - Efeito direto do número de ramos frutíferos;

$P_{56}$  - Efeito direto do número de ramos vegetativos.

Para o modelo aqui proposto, os efeitos indiretos de um caráter "i", sobre a produção, através de um caráter "j", é determinado multiplicando-se o valor da correlação entre "i" e "j", pelo valor do efeito direto de "j", sobre a produção, ou seja,  $r_{ij}P_{j6}$ .

O efeito residual, representado pela variável "x", é determinado pela equação:



$$\begin{aligned}
1 = & P_{16}^2 + P_{26}^2 + P_{36}^2 + P_{46}^2 + P_{56}^2 + 2P_{16}r_{12}P_{26} + \\
& 2P_{16}r_{13}P_{36} + 2P_{16}r_{14}P_{46} + 2P_{16}r_{15}P_{56} + \\
& 2P_{26}r_{23}P_{36} + 2P_{26}r_{24}P_{46} + 2P_{26}r_{25}P_{56} + \\
& 2P_{36}r_{34}P_{46} + 2P_{36}r_{35}P_{56} + 2P_{46}r_{45}P_{46} + P_X^2
\end{aligned}$$

Na resolução dos sistemas de equações bem como nas demais operações de cálculo presentes no trabalho, foram utilizados os sistemas de computação eletrônica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, e da Universidade Federal do Ceará.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análises de Variância e Comparações entre Cultivares

Na Tabela 04 estão resumidas as análises de variância realizadas para todos os caracteres avaliados no presente trabalho. Os valores de "F", todos significativos ao nível de 0,05 de probabilidade, indicam a ocorrência de diferenças reais entre as cultivares estudadas com base em qualquer dos caracteres avaliados.

Para os caracteres peso de capulho, peso de 100 sementes e percentagem de fibra, foram obtidos valores de "F" acentuadamente altos como resultado tanto das diferenças entre cultivares, como do pequeno efeito da variação ambiental não controlada, sobre estes caracteres.

A Tabela 05 contém os resultados das comparações entre cultivares com base no desempenho de cada uma com relação aos caracteres avaliados. Os testes das diferenças e os agrupamentos apresentados, foram obtidos segundo TUKEY, como descrito por ALBUQUERQUE (1978).

Com relação à produção, observa-se nesta tabela que as cultivares IAC-17, IAC-74/221 e BR-1 não diferem entre si e que constituem um grupo estatisticamente superior às cultivares Allen 333/57 e IAC-18, que apresentam os menores desempenhos. As cultivares PR-4139 e Minas Dona Beja, assumem posições intermediárias com relação a esta característica.

Quando os componentes primários da produção, ou sejam, número de capulhos e peso de capulho, são analisados, nota-se com relação ao primeiro que as cultivares BR-1, IAC-17 e Minas Dona Beja apresentam médias estatisticamente su-

Tabela 04 - Estimativas dos Quadrados Médios para as Causas de Variação Isoladas na Análise e dos Valores de "F" para Cultivar, Referentes aos 10 Caracteres Estudados. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980.

Causa de variação		Quadrados médios									
		PROD <sup>1/</sup>	NCAP	PCAP	PSEM	PRFB	COMP	ALTR	NFLR	NRFT	NRVG
Cultivares	6	2016,101	2,805	33,708	54,675	118,290	12,570	1082,463	6,525	1,509	0,699
Blocos	6	3920,097	3,488	0,745	1,484	10,673	5,825	1916,112	12,195	0,997	0,699
E. Experimental	36	873,836	1,079	0,535	1,957	6,305	2,275	338,301	2,590	0,560	0,212
E. Amostral	196	325,835	0,277	0,448	1,747	5,036	1,931	63,230	0,463	0,103	0,114
F (P/ cultivar)		2,31*	2,60*	63,01*	27,93*	18,76*	5,33*	3,20*	2,52*	2,69*	3,29*

\* - Significativo ao nível de 0,05 de probabilidade

<sup>1/</sup>- Vide material e métodos (Coleta de dados) para significado das abreviaturas.



Tabela 05 - Médias dos 10 Caracteres Observados, Computadas para cada uma das Cultivares Estudadas e Respectivos Agrupamentos<sup>1/</sup> de Acordo com os Resultados das Comparações pelo Teste de TUKEY. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980.

		Médias <sup>2/</sup>									
		PROD	NCAP	PCAP	PSEM	PRFB	COMP	ALTR	NFLR	NRFT	NRVG
Minas Dona Beja		b(4) 51,74	ab(3) 3,40	d(4) 5,22	e(5) 9,56	a(1) 40,44	bc(5) 28,57	d(7) 49,37	b(5) 4,96	bc(3) 2,97	ab(3) 1,43
BR	1	ab(3) 54,35	a(1) 3,74	f(6) 4,33	e(6) 9,36	c(6) 36,78	a(1) 29,66	a(1) 66,14	a(1) 5,80	a(1) 3,34	a(2) 1,50
IAC	17	a(1) 61,78	ab(2) 3,49	c(3) 5,99	c(3) 11,05	a(2) 40,21	c(6) 28,40	b(2) 58,51	b(3) 5,01	bc(4) 2,95	b(6) 1,32
PR	4139	bc(5) 47,25	bc(4) 3,27	e(5) 4,86	d(4) 10,12	b(5) 38,12	b(3) 29,01	cd(6) 51,43	b(4) 4,98	c(6) 2,81	c(7) 1,10
IAC	74/221	ab(2) 55,29	cd(6) 3,10	a(1) 6,64	b(2) 11,67	a(3) 40,05	a(2) 29,64	bc(3) 56,40	bc(6) 4,76	c(5) 2,91	ab(4) 1,40
IAC	18	c(7) 40,86	d(7) 2,85	b(2) 6,62	a(1) 12,36	a(4) 39,90	c(7) 28,15	bcd(5) 52,60	c(7) 4,42	c(7) 2,76	b(5) 1,34
Allen	333/57	c(6) 41,80	bc(5) 3,24	g(7) 4,06	e(7) 9,11	d(7) 35,92	bc(4) 28,59	bc(4) 56,23	b(2) 5,29	ab(2) 3,20	a(1) 1,52

1/ - Em uma coluna, as médias seguidas da mesma letra caracterizam um grupo de cultivares que não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade - Os números entre parêntesis representam a posição relativa da cultivar segundo uma ordenação decrescente dos valores médios do caráter representado na coluna.

2/ - Valores calculados ao nível de planta. Os dados relativos aos caracteres NCAP, NFLR e NRFT, foram transformados para  $\sqrt{x}$ ; os relativos a NRVG, para  $\sqrt{x + 0,5}$

periores às das cultivares IAC-74/221 e IAC-18. É interessante observar que mesmo apresentando um rendimento inferior com relação ao número de capulhos, o excelente desempenho da IAC-74/221 em termos de peso de capulho faz com que sua produção seja elevada a ponto de não diferir, em termos estatísticos, das mais produtivas. Já a BR-1, que demonstra a maior média para número de capulhos, revela menor desempenho quanto ao caráter peso de capulho e, como consequência, não atinge a maior média de produção.

Parece evidente que a razão para estas ocorrências está no balanceamento do melhor desempenho de um caráter pelo menor desempenho do outro. MATHER e JINKS (1971), fazem referência a este tipo de relação e consideram o fato como um complicador das previsões a respeito das alterações em um caráter complexo, como o rendimento da maioria das culturas, provocadas pelo melhoramento genético.

A comparação entre cultivares com base nas médias do caráter percentagem de fibra revela as IAC(s), juntamente com a Minas Dona Beja, como as cultivares de melhor desempenho. Coincidentemente, são também estas que apresentam maior peso de capulho, o que sugere uma correlação positiva entre estes caracteres.

THOMPSON (1973b), estudou esta associação em diferentes variedades de algodão herbáceo (Gossypium hirsutum L) verificando valores positivos em alguns casos e negativos em outros.

A avaliação das cultivares com base no número médio de flores produzidas por planta, revela superioridade isolada da BR-1 sobre as outras cultivares. Entretanto, quando as médias obtidas para número de flores são confrontadas às obtidas para número de capulhos, observa-se que para este último, não se estabelecem diferenças significativas en-



tre as cultivares BR-1, IAC-17 e Minas Dona Beja. Isto sugere que a relação entre flores produzidas e capulhos desenvolvidos difere de cultivar para cultivar, fato que se torna mais evidente quando se verifica o desempenho da Allen-333/57 e da Minas Dona Beja com relação a estes caracteres. Nota-se que a primeira apresenta média estatisticamente superior à segunda em termos de número de flores, ocorrendo o inverso com relação ao número de capulhos.

Quanto aos aspectos relacionados à arquitetura da planta, ou sejam, altura, número de ramos frutíferos e número de ramos vegetativos, observa-se que a BR-1 apresenta a maior média, tanto para o caráter altura, como para o número de ramos frutíferos. Com relação ao número de ramos vegetativos, nota-se que as cultivares Allen-333/57 e BR-1 apresentam as maiores médias. São frequentes registros na literatura sobre associações positivas entre estes caracteres e o rendimento da planta. Os resultados do presente trabalho, no entanto, parecem sugerir uma associação destes caracteres com a potencialidade produtiva da planta, ou seja, com o número de flores produzidas o qual, também com base nestes resultados, não revela uma relação estatística estreita com a produção.

Em termos de comprimento de fibra, as cultivares IAC-74/221 e BR-1, se mostraram estatisticamente superiores às outras estudadas. As médias de comprimento de fibra, medido em fibrôgrafo, para estas cultivares superou a 29,5 mm, enquanto o valor obtido para a IAC-18, que apresentou a menor média, situou-se um pouco acima de 28 mm.



## Estimativas de Herdabilidade e Coeficientes de Variação

Os coeficientes de variação fenotípica, ambiental, genética e amostral, bem como as estimativas de herdabilidade de no sentido amplo, são apresentadas na Tabela 06.

Verifica-se que, excluídos os caracteres percentagem de fibra e comprimento de fibra, todos apresentam altos coeficientes de variação fenotípica, revelando ampla variação de resultados das cultivares estudadas com relação à maioria dos caracteres. Para os coeficientes de variação genética, no entanto, os valores obtidos foram de pequena magnitude. Apenas os caracteres produção, peso de capulho e peso de 100 sementes revelam estimativas superiores a 10%. Estes resultados permitem supor, portanto, que a variação fenotípica observada para a maioria dos caracteres é principalmente resultante de efeitos ambientais e de diferenças entre plantas dentro das cultivares, ou seja, de efeitos amostrais. Exceções a esta regra são encontradas na observação dos valores relativos aos caracteres peso de capulho, peso de 100 sementes e percentagem de fibra que apresentam coeficientes de variação genética bem superiores aos coeficientes de variação ambiental. Com relação à variação de plantas dentro das cultivares, representada pelo coeficiente de variação amostral, é interessante salientar a possibilidade de existência de fatores genéticos atuando na expressão desta variabilidade. Entretanto, as informações resultantes do experimento realizado determinam limitações ao modelo matemático de análise o qual não permite inferências a respeito da composição desta variabilidade. Como consequência, a variância amostral deve ser considerada como um componente ambiental no cálculo da variância fenotípica total, o que reduz as estimativas de herdabilidade.

Tabela 06 - Estimativas dos Coeficientes de Variação Fenotípica, Genética, Ambiental e Amostral e dos Coeficientes de Herdabilidade Referentes aos 10 Caracteres Avaliados. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980.

Coeficientes de variação <sup>*</sup>	Caracteres									
	PROD	NCAP	PCAP	PSEM	PRFB	COMP	ALTR	NFLR	NRFT	NRVG
Fenotípica	46,59	22,56	22,32	17,32	7,57	5,36	24,34	22,45	16,20	29,29
Genética	11,33	6,72	18,24	11,73	4,61	1,88	8,26	6,67	5,51	8,59
Ambiental	27,60	14,49	2,87	1,61	1,58	1,43	17,93	16,63	10,77	13,37
Amostral	35,78	15,93	12,54	12,63	5,79	4,81	14,25	13,54	10,77	24,60
Herdabilidade <sup>**</sup>	5,91	8,88	66,78	45,90	37,14	12,28	11,52	8,81	11,55	8,60

\* Expressos em percentagem

\*\* Herdabilidade no sentido amplo, expressa em percentagem



Registros na literatura apresentam valores de herdabilidade, calculados para determinado caráter em algodão, como em outras culturas, de forma aparentemente discrepante. BARDWAJ e SIMLOTE (1968b), por exemplo, encontraram baixos valores de herdabilidade para percentagem de fibra, enquanto THOMPSON (1973a) tendo encontrado baixos valores para outros caracteres avaliados, obteve altas estimativas justamente para percentagem de fibra. Esta discrepância, no entanto, é perfeitamente esperada quando as estimativas são baseadas em diferentes materiais, ou ainda em diferentes locais ou anos. Explica-se o fato pela própria definição da herdabilidade, a qual depende tanto da variabilidade genética entre os materiais utilizados, como de causas não genéticas, resultantes de efeitos ambientais e interações.

### Correlações

Os coeficientes de correlação simples entre os pares de caracteres em todas as combinações possíveis foram obtidos por dois processos que diferiram quanto à população tomada como base para as estimativas de variâncias e covariâncias necessárias ao cálculo das correlações, e quanto ao método de obtenção destas estimativas.

No primeiro, a população considerada foi constituída pelo conjunto de todas as cultivares estudadas, obtendo-se as estimativas de variâncias a partir das respectivas análises realizadas para todos os caracteres, enquanto que as covariâncias foram obtidas pelo método de KEMPTHORNE (1966). Os coeficientes de correlação fenotípica e genética assim calculados, são apresentados na Tabela 07.

Observa-se nesta Tabela que não houve muita discre



Tabela 07 - Estimativas dos Coeficientes de Correlação Fenotípica ( $r_F$ ) e Genética ( $r_G$ ), Calculados a Partir das Análises de Variância e Covariância Relativas aos 10 Caracteres Observados na População Constituída pelas 7 Cultivares Estudadas. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980.

Caracteres	$\hat{r}$	NCAP	PCAP	PSEM	PRFB	COMP	ALTR	NFLR	NRFT	NRVG
PROD	F	0,6133	0,3043	0,0284	0,3911	0,3655	0,4215	0,2623	0,1572	0,0035
	G	0,4135	0,4451	0,1210	0,5533	0,3399	0,2101	-0,0817	-0,2604	-0,2142
NCAP	F		-0,5587	-0,6896	-0,3261	0,4090	0,6183	0,8761	0,7214	0,2633
	G		-0,6530	-0,8047	-0,4076	0,3696	0,4834	0,8777	0,6543	0,1278
PCAP	F			0,9151	0,8647	-0,1214	-0,2589	-0,7821	-0,7035	-0,2785
	G			0,9298	0,8829	-0,1264	-0,2927	-0,9801	-0,8684	-0,3156
PSEM	F				0,6741	-0,2209	-0,2027	-0,8096	-0,7306	-0,3458
	G				0,6976	-0,2257	-0,1867	-0,9738	-0,8805	-0,3737
PRFB	F					-0,2874	-0,4668	-0,7207	-0,7104	-0,3177
	G					-0,2917	-0,5666	-0,9778	-0,8995	-0,3808
COMP	F						0,5464	0,5121	0,4321	0,1457
	G						0,5364	0,5210	0,3999	0,0401
ALTR	F							0,7292	0,7518	0,4737
	G							0,6340	0,6957	0,4566
NFLR	F								0,9203	0,4465
	G								0,9709	0,3718
NRFT	F									0,7520
	G									0,8845

Valor Crítico para significancia estatística ao nível de 0,05 de probabilidade: 0,7540

pância entre os valores das correlações fenotípicas e genéticas. Fatos semelhantes foram reportados por THOMPSON (1973a,c), estudando correlações em algodão, e por BHATT (1973), em trigo.

Correlações positivas, tanto fenotípicas como genéticas, foram obtidas entre o caráter número de flores por planta e os caracteres Altura, número de ramos frutíferos e número de capulhos. O número de capulhos correlacionou-se positivamente com o número de ramos frutíferos e negativamente com o peso de 100 sementes. Correlações negativas foram também observadas quando do pareamento dos caracteres: peso de 100 sementes, percentagem de fibra e comprimento de fibra com os caracteres número de flores e número de ramos frutíferos. Embora não estatisticamente significativa, a correlação negativa entre o número de capulhos e o peso de capulho representa uma associação altamente indesejável ao melhoramento da produção do algodoeiro.

A Tabela 08, apresenta os coeficientes de correlação fenotípica estimados pelo segundo processo, ou seja, a partir das observações feitas nas plantas amostradas dentro de cada cultivar independentemente, como uma população isolada.

Os resultados demonstram que, para todas as cultivares estudadas, os caracteres produção, número de flores, número de capulhos, altura da planta e número de ramos frutíferos estão fortemente associados, apresentando altas correlações positivas entre si.

O número de ramos vegetativos mostra-se positivamente correlacionado com a altura, número de flores e número de ramos frutíferos, nas cultivares BR-1, PR-4139, IAC-74/221 e Allen 333/57. O caráter peso de capulho mostra correlação



Tabela 08 - Estimativas dos Coeficientes de Correlação Fenotípica Obtidos a Partir da Medição dos 10 Caracteres nas Plantas Amostradas de cada Cultivar Independentemente. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980.

CARACTERES	CULTIVARES	CARACTERES									
		NCAP	PCAP	PSEM	PRFB	COMP	ALTR	NFLR	NRFT	NRVC	
PCO	MINAS DONA BEJA	0,9113	0,6511	0,4499	0,3212	0,3581	0,8467	0,6715	0,7320	0,2895	
	ER - 1	0,9669	0,1871	-0,1346	0,1741	0,2417	0,7191	0,8296	0,7529	0,4691	
	IAC - 17	0,8726	0,2117	-0,1058	0,0902	0,1913	0,6033	0,6691	0,5770	0,0896	
	PR - 4139	0,8968	0,2894	-0,2581	0,0077	0,4459	0,7923	0,8246	0,8290	0,4822	
	IAC - 74/221	0,9332	-0,1051	-0,0402	0,0702	-0,0025	0,9126	0,8540	0,8704	0,5430	
	ALLEN - 333/57	0,7186	-0,0277	-0,1093	-0,1712	0,0242	0,5269	0,5634	0,4081	-0,0649	
NCAP	MINAS DONA BEJA	0,3986	0,3404	0,1672	0,3616	0,7173	0,6320	0,7655	0,3052		
	ER - 1	0,0731	-0,2450	0,1828	0,2817	0,7084	0,8464	0,7532	0,5138		
	IAC - 17	0,0496	0,0037	0,1530	0,0735	0,7962	0,7396	0,6769	0,2551		
	PR - 4139	0,1988	-0,2834	0,0639	0,3913	0,7403	0,8107	0,7172	0,3916		
	IAC - 74/221	-0,3345	-0,2281	0,0377	0,1214	0,8951	0,9291	0,8812	0,5182		
	ALLEN - 333/57	-0,2283	-0,1125	-0,0807	0,1585	0,4694	0,6183	0,5508	0,1001		
PCAP	MINAS DONA BEJA	0,6204	0,5368	0,2286	0,4679	0,3420	0,2066	0,1213			
	ER - 1	0,3337	0,2939	0,0814	0,1636	0,0531	0,0463	0,0910			
	IAC - 17	0,5412	-0,0021	-0,4323	0,2462	0,2618	0,2823	-0,1083			
	PR - 4139	0,0450	-0,2236	0,0674	0,2719	0,0683	0,3381	0,1461			
	IAC - 74/221	0,4892	0,1275	-0,2295	-0,2264	-0,3747	-0,3897	-0,1638			
	ALLEN - 333/57	0,6075	-0,1632	0,1095	0,1273	-0,1174	0,0604	0,0272			
PSEM	MINAS DONA BEJA	0,2864	0,2078	0,3278	0,2386	0,1929	0,2485				
	ER - 1	-0,0099	-0,1905	-0,1225	-0,2634	-0,0341	-0,0626				
	IAC - 17	-0,0261	-0,1057	0,0977	0,1708	0,2331	-0,0249				
	PR - 4139	-0,0152	-0,0640	-0,2141	-0,2698	-0,1942	-0,1306				
	IAC - 74/221	0,0289	-0,0534	-0,1226	-0,2366	-0,1583	-0,0281				
	ALLEN - 333/57	0,0169	0,1648	0,1327	-0,2930	0,0011	0,2354				
PRFB	MINAS DONA BEJA	0,0572	0,0872	0,2230	0,0752	0,1412					
	ER - 1	-0,0567	-0,0124	-0,0638	-0,0778	-0,0019					
	IAC - 17	0,0650	0,1349	0,0968	-0,1029	-0,0635					
	PR - 4139	-0,1085	-0,0693	-0,0376	0,1101	-0,2453					
	IAC - 74/221	-0,0189	0,0832	-0,0149	-0,0926	0,0368					
	ALLEN - 333/57	-0,2792	-0,1011	-0,1222	-0,2326	0,0229					
COMP	MINAS DONA BEJA	0,2728	0,3346	0,3848	0,1490						
	ER - 1	0,2848	0,2691	0,2165	0,1496						
	IAC - 17	-0,0370	-0,1643	-0,2226	-0,0937						
	PR - 4139	0,4297	0,5553	0,2385	0,1386						
	IAC - 74/221	0,0325	0,2187	0,0990	0,0034						
	ALLEN - 333/57	0,2524	0,2198	0,2701	0,1265						
ALTR	MINAS DONA BEJA	0,2322	0,4473	0,1618	0,0149						
	ER - 1	0,7200	0,7261	0,3015							
	IAC - 17	0,8253	0,7615	0,4200							
	PR - 4139	0,8259	0,7522	0,3105							
	IAC - 74/221	0,8645	0,7402	0,4190							
	ALLEN - 333/57	0,8851	0,8311	0,5820							
NFLR	MINAS DONA BEJA	0,5579	0,7389	0,3082							
	ER - 1	0,7162	0,7396	0,5486							
	IAC - 17	0,5943	0,6225								
	PR - 4139	0,7931	0,5046								
	IAC - 74/221	0,8528	0,2939								
	ALLEN - 333/57	0,6763	0,4082								
NRFT	MINAS DONA BEJA	0,8997	0,5563								
	ER - 1	0,5890	0,0031								
	IAC - 17	0,6611	0,5667								
	PR - 4139	0,3034									
	IAC - 74/221	0,5353									
	ALLEN - 333/57	0,2484									
NRVC	MINAS DONA BEJA	0,4612									
	ER - 1	0,5916									
	IAC - 17	0,1127									
	PR - 4139	0,5170									
	IAC - 74/221										
	ALLEN - 333/57										

VALOR CRÍTICO PARA SIGNIFICANCIA ESTATÍSTICA AO NÍVEL DE 0,05 DE PROBABILIDADE : = 0,3280



positiva e significativa com a produção apenas nas cultivares Minas Dona Beja e Allen 333/57, enquanto que nas cultivares IAC-74/221 e IAC-18, justamente aquelas que apresentaram maior peso de capulho, este caráter correlacionou-se negativamente, embora com valores não estatisticamente significativos.

Um aspecto interessante está relacionado à correlação entre os caracteres número de capulhos e peso de capulho que se manifesta positiva e significativamente na cultivar Minas Dona Beja e negativamente nas cultivares IAC-74/221 e IAC-18. Esta ocorrência pode ser resultante de diferentes pressões de seleção exercidas simultaneamente sobre estes dois caracteres no desenvolvimento das cultivares citadas. FALCONER (1975), relata que na seleção simultânea de dois caracteres, os genes pleiotrópicos que afetam ambos os caracteres na direção desejada são rapidamente fixados pela seleção. A partir daí, pouco vão participar das variâncias e covariância relativas a estes caracteres. Contrariamente, os genes que atuam favoravelmente em relação a um dos caracteres e desfavoravelmente em relação ao outro, são muito menos afetados pela seleção, de modo que a maior parte das variâncias e covariância remanescentes serão devidas a estes genes, passando a correlação a apresentar valores negativos.

Estas considerações, embora que válidas, principalmente, para correlações genéticas, são uma indicação de que os caracteres número e peso de capulhos devem ter sofrido forte pressão de seleção simultânea no desenvolvimento das cultivares IAC-74/221 e IAC-18, enquanto que na cultivar Minas Dona Beja, a pressão no sentido de um incremento simultâneo destes dois caracteres, não tenha sido severa.

## Coeficientes de Caminhamento

A Tabela 09 apresenta os efeitos diretos e indiretos dos caracteres número de capulhos, peso de capulho, altura de planta, número de ramos frutíferos e número de ramos vegetativos sobre a produção da planta. Os efeitos foram calculados pelo desdobramento das correlações genéticas entre estes caracteres e que podem ser visualizadas na Tabela 07.

Observa-se que os caracteres peso de capulho e número de capulhos apresentam efeitos diretos de grande magnitude e de valores semelhantes demonstrando, portanto, a mesma importância relativa como componentes da produção. Também merecem destaque os efeitos negativos que cada um destes dois caracteres expressa indiretamente um sobre o outro. Estes efeitos reciprocamente negativos indicam que a tentativa de maximização da produção pela maximização de quaisquer destes dois caracteres isoladamente não é praticável na população considerada, de modo que a seleção simultânea para os dois caracteres é a opção viável.

Quanto aos caracteres altura de planta e número de ramos frutíferos, nota-se que a participação destes para a produção, através de efeitos diretos é negativa, embora com valores insignificantes. Entretanto, ambos apresentam efeitos indiretos positivos relativamente altos quando estabelecidos via número de capulhos e, simultaneamente, apresentam efeitos indiretos negativos, através do peso de capulho. Observa-se que o efeito indireto negativo do número de ramos frutíferos através do peso de capulho é muito mais intenso que o efeito positivo via número de capulhos. Isto sugere que o aumento do número de ramos frutíferos influencia mais na redução do peso que no aumento do número de capulhos.



Tabela 09 - Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulhos (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT) e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a Produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Genéticas Estimadas na População Constituída pelo Conjunto das 7 Cultivares Estudadas. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1980.

RELAÇÃO ESTIMADA	Simbologia	Valor	Desdobramento de $r_{16}^{1/}$	Simbologia	Valor
NCAP x PROD	$r_{16}$	0,4135	Efeito direto de NCAP	$P_{16}$	1,2755
			Efeito indireto de NCAP via PCAP	$r_{12} P_{26}$	-0,8136
			" " " " " ALTR	$r_{13} P_{36}$	-0,0274
			" " " " " NRFT	$r_{14} P_{46}$	-0,0319
			" " " " " NRVG	$r_{15} P_{56}$	0,0109
PCAP x PROD	$r_{26}$	0,4451	Efeito direto de PCAP	$P_{26}$	1,2459
			Efeito indireto de PCAP via NCAP	$r_{12} P_{16}$	-0,8329
			" " " " " ALTR	$r_{23} P_{36}$	0,0166
			" " " " " NRFT	$r_{24} P_{46}$	0,0423
			" " " " " NRVG	$r_{25} P_{56}$	-0,0268
ALTR x PROD	$r_{36}$	0,2001	Efeito direto de ALTR	$P_{36}$	-0,0567
			Efeito indireto de ALTR via NCAP	$r_{13} P_{16}$	0,6166
			" " " " " PCAP	$r_{23} P_{26}$	-0,3547
			" " " " " NRFT	$r_{34} P_{46}$	-0,0339
			" " " " " NRVG	$r_{35} P_{56}$	0,0388
NRFT x PROD	$r_{46}$	-0,2604	Efeito direto de NRFT	$P_{46}$	-0,0487
			Efeito indireto de NRFT via NCAP	$r_{14} P_{16}$	0,8346
			" " " " " PCAP	$r_{24} P_{26}$	-1,0820
			" " " " " ALTR	$r_{34} P_{36}$	-0,0395
			" " " " " NRVG	$r_{54} P_{56}$	0,0752
NRVG x PROD	$r_{56}$	-0,2146	Efeito direto de NRVG	$P_{56}$	0,0850
			Efeito indireto de NRVG via NCAP	$r_{15} P_{16}$	0,1630
			" " " " " PCAP	$r_{25} P_{26}$	-0,3932
			" " " " " ALTR	$r_{35} P_{36}$	-0,0259
			" " " " " NRFT	$r_{45} P_{46}$	-0,0431
Determinação pelas variáveis do modelo : $R_G^2(1...5)$			-		0,9358
Determinação por efeito residual : $R_X^2 = 1 - R_G^2(1...5)$			-		0,0652

1/ - Vide em material e métodos (Figura 1), representação diagramática dos efeitos.



É importante salientar que estas interpretações estão apoiadas em correlações estimadas a partir das análises de variância e covariância realizadas para o conjunto de variedades estudadas. Assim, os resultados obtidos, tanto para as correlações como para os coeficientes de caminhamento, representam uma avaliação a nível de cultivar e não a nível de planta.

Os mesmos efeitos determinados com base nas correlações genéticas foram também avaliados pelo desdobramento das correlações fenotípicas estimadas a partir das observações nas plantas amostradas de cada cultivar isoladamente, cujos resultados estão apresentados nas Tabelas 10 a 16.

Observa-se que, independente da cultivar estudada, o caráter número de capulhos apresenta o maior efeito direto sobre a produção. Ao contrário do ocorrido no desdobramento das correlações genéticas, obtidas da população constituída pelo conjunto de cultivares, os efeitos quer diretos, quer indiretos do peso de capulhos sobre a produção foram muito pequenos. Isto sugere que a variabilidade deste caráter dentro das cultivares não é suficientemente ampla para representar modificações intensas no rendimento da planta.

Os caracteres altura de planta e número de ramos frutíferos, embora tendo apresentado altas correlações com a produção, mostram efeitos diretos negligenciáveis. Os valores dos efeitos indiretos destes caracteres através do número de capulhos indicam a importância que tem no estabelecimento da produção.

Resultados aparentemente discrepantes representados pelos altos valores das correlações entre dois caracteres e pequeno efeito direto de um sobre o outro, foram também reportados por KANGHURA e SANDHU (1972), os quais verificaram

Tabela 10 - Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT) e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a Produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar Minas Dona Beja, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1980.

Relação estudada	Símbologia	Valor	Desdobramento de $r_{16}^{1/}$	Símbologia	Valor	
NCAP x PROD	$r_{16}$	0,9113	Efeito direto de NCAP	$P_{16}$	0,5751	
			Efeito indireto de NCAP via PCAP	$r_{12} P_{26}$	0,1137	
			" " " " " ALTR	$r_{13} P_{36}$	0,2016	
			" " " " " NRFT	$r_{14} P_{46}$	0,0256	
			" " " " " NRVG	$r_{15} P_{56}$	-0,0047	
			PCAP x PROD	$r_{26}$	0,6511	Efeito direto de PCAP
			Efeito indireto de PCAP via NCAP	$r_{12} P_{16}$	0,2292	
			" " " " " ALTR	$r_{23} P_{36}$	0,1315	
			" " " " " NRFT	$r_{24} P_{46}$	0,0669	
			" " " " " NRVG	$r_{25} P_{56}$	-0,0019	
			ALTR x PROD	$r_{36}$	0,8467	Efeito direto de ALTR
			Efeito indireto de ALTR via NCAP	$r_{13} P_{16}$	0,4125	
			" " " " " PCAP	$r_{23} P_{26}$	0,1335	
			" " " " " NRFT	$r_{34} P_{46}$	0,0243	
			" " " " " NRVG	$r_{35} P_{56}$	-0,0047	
			NRFT x PROD	$r_{46}^0$	0,7320	Efeito direto de NRFT
			Efeito indireto de NRFT via NCAP	$r_{14} P_{16}$	0,4402	
			" " " " " PCAP	$r_{24} P_{26}$	0,0589	
			" " " " " ALTR	$r_{34} P_{36}$	0,2041	
			" " " " " NRVG	$r_{45} P_{56}$	-0,1555	
			NRVG x PROD	$r_{56}$	0,2895	Efeito direto de NRVG
			Efeito indireto de NRVG via NCAP	$r_{15} P_{16}$	0,0346	
			" " " " " PCAP	$r_{25} P_{26}$	0,0343	
			" " " " " ALTR	$r_{35} P_{36}$	0,0101	
			" " " " " NRFT	$r_{45} P_{46}$	-0,0155	
Determinação pelas variáveis do modelo: $R_6^2 (1...5)$					-	0,9673
Determinação por efeito residual: $(R_X^2) = 1 - R_6^2 (1...5)$					-	0,0327

$1/$  - Visão material e métodos (figura 1), representação diagramática dos efeitos.

Tabela 11 - Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT) e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a Produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar BR-1, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1980.

Relação estudada	Simbologia	Valor	Desdobramento de $r_{16}$ <sup>1/</sup>	Simbologia	Valor
NCAP x PROD	$r_{16}$	0,9669	Efeito direto de NCAP	$P_{16}$	0,9245
			Efeito indireto de NCAP via PCAP	$r_{12} P_{26}$	0,6087
			" " " " " ALTR	$r_{13} P_{36}$	0,0111
			" " " " " NRFT	$r_{14} P_{46}$	0,0545
			" " " " " NRVG	$r_{15} P_{56}$	-0,0319
			PCAP x PROD	$r_{26}$	0,1871
			Efeito indireto de PCAP via NCAP	$r_{12} P_{16}$	0,0676
			" " " " " ALTR	$r_{23} P_{36}$	0,0026
			" " " " " NRFT	$r_{24} P_{46}$	0,0034
			" " " " " NRVG	$r_{25} P_{56}$	-0,0056
ALTR x PROD	$r_{36}$	0,7191	Efeito direto de ALTR	$P_{36}$	0,0156
			Efeito indireto de ALTR via NCAP	$r_{13} P_{16}$	0,6549
			" " " " " PCAP	$r_{23} P_{26}$	0,0195
			" " " " " NRFT	$r_{34} P_{46}$	0,0551
			" " " " " NRVG	$r_{35} P_{56}$	0,0261
NRFT x PROD	$r_{46}$	0,7529	Efeito direto de NRFT	$P_{46}$	0,0724
			Efeito indireto de NRFT via NCAP	$r_{14} P_{16}$	0,6993
			" " " " " PCAP	$r_{24} P_{26}$	0,0055
			" " " " " ALTR	$r_{34} P_{36}$	0,0119
			" " " " " NRVG	$r_{54} P_{56}$	-0,0332
			NRVG x PROD	$r_{56}$	0,4691
Efeito indireto de NRVG via NCAP	$r_{15} P_{16}$	0,4750			
" " " " " PCAP	$r_{25} P_{26}$	0,0109			
" " " " " ALTR	$r_{35} P_{36}$	0,0066			
" " " " " NRFT	$r_{45} P_{46}$	0,0387			
Determinação pelas variáveis do modelo : $R^2_{6(1...5)}$					
Determinação por efeito residual ( $R^2_x = 1 - R^2_{6(1...5)}$ )					0,0477

<sup>1/</sup> - Vide em material e métodos (figura 1), representação diagramática dos efeitos.



Tabela 12 - Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT) e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a Produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar IAC-17. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1980.

Relação estudada	Simbologia	Valor	Desdobramento de $r_{16}^{1/}$	Simbologia	Valor
NCAP x PROD	$r_{16}$	0,8726	Efeito direto de NCAP	$P_{16}$	0,9085
			Efeito indireto de NCAP via PCAP	$r_{12} P_{26}$	0,0090
			" " " " " ALTR	$r_{13} P_{36}$	-0,0209
			" " " " " NRFT	$r_{14} P_{46}$	-0,0563
			" " " " " NRVG	$r_{15} P_{56}$	-0,0278
			PCAP x PROD	$r_{26}$	0,2117
			Efeito indireto de PCAP via NCAP	$r_{12} P_{16}$	0,0480
			" " " " " ALTR	$r_{23} P_{36}$	-0,0065
			" " " " " NRFT	$r_{24} P_{46}$	-0,0235
			" " " " " NRVG	$r_{25} P_{56}$	0,0118
			ALTR x PROD	$r_{36}$	0,6933
			Efeito indireto de ALTR via NCAP	$r_{13} P_{16}$	0,7712
			" " " " " PCAP	$r_{23} P_{26}$	0,0448
			" " " " " NRFT	$r_{34} P_{46}$	-0,0625
			" " " " " NRVG	$r_{35} P_{56}$	-0,0338
			NRFT x PROD	$r_{46}$	0,5770
			Efeito indireto de NRFT via NCAP	$r_{14} P_{16}$	0,6556
			" " " " " PCAP	$r_{24} P_{26}$	0,0513
			" " " " " ALTR	$r_{34} P_{36}$	-0,0198
			" " " " " NRVG	$r_{45} P_{56}$	-0,0271
			NRVG x PROD	$r_{56}$	0,0896
			Efeito indireto de NRVG via NCAP	$r_{15} P_{16}$	0,2471
			" " " " " PCAP	$r_{25} P_{26}$	-0,0197
			" " " " " ALTR	$r_{35} P_{36}$	-0,0382
			" " " " " NRFT	$r_{45} P_{46}$	-0,0206
			Determinação pelas variáveis do modelo: $R_6^2(1...5)$		
Determinação por efeito residual: $(P_x^2) = 1 - R_6^2(1...5)$			-		0,0327

1/ - Vide material e métodos (figura 1), representação diagramática dos efeitos.

Tabela 13 - Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT) e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a Produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar PR-4139. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1980.

Relação estudada	Simbologia	Valor	Desdobramento de $r_{ij}$ <sup>1/</sup>			Simbologia	Valor
NCAP x PROD	$r_{16}$	0,8968	Efeito direto de NCAP			$P_{16}$	0,5621
			Efeito indireto de NCAP via PCAP			$r_{12} P_{26}$	0,0072
			" " " " " ALTR	$r_{13} P_{36}$	0,0884		
			" " " " " NRFT	$r_{14} P_{46}$	0,2080		
			" " " " " NRVG	$r_{15} P_{56}$	0,0281		
			PCAP x PROD	$r_{26}$	0,2984	Efeito direto de PCAP	
			Efeito indireto de PCAP via NCAP			$r_{12} P_{16}$	0,1124
			" " " " " ALTR	$r_{23} P_{36}$	0,0325		
			" " " " " NRFT	$r_{34} P_{46}$	0,0980		
			" " " " " NRVG	$r_{25} P_{56}$	0,0105		
ALTR x PROD	$r_{36}$	0,7923	Efeito direto de ALTR			$P_{36}$	0,1194
			Efeito indireto de ALTR via NCAP			$r_{13} P_{16}$	0,4184
			" " " " " PCAP	$r_{23} P_{26}$	0,0098		
			" " " " " NRFT	$r_{34} P_{46}$	0,2147		
			" " " " " NRVG	$r_{35} P_{56}$	0,0301		
NRFT x PROD	$r_{46}$	0,8290	Efeito direto de NRFT			$P_{46}$	0,2900
			Efeito indireto de NRFT via NCAP			$r_{14} P_{16}$	0,4053
			" " " " " PCAP	$r_{24} P_{26}$	0,0122		
			" " " " " ALTR	$r_{34} P_{36}$	0,0883		
			" " " " " NRVG	$r_{45} P_{56}$	0,0331		
NRVG x PROD	$r_{56}$	0,4822	Efeito direto de NRVG			$P_{56}$	0,0719
			Efeito indireto de NRVG via NCAP			$r_{15} P_{16}$	0,2213
			" " " " " PCAP	$r_{25} P_{26}$	0,0053		
			" " " " " ALTR	$r_{35} P_{36}$	0,0500		
			" " " " " NRFT	$r_{45} P_{46}$	0,1337		
Determinação pelas variáveis do modelo:			$R_{6(1...5)}^2$	-	0,8869		
Determinação por efeito residual: $(P_X^2) = 1 - R_{6(1...5)}^2$				-	0,1131		

<sup>1/</sup> - Vide material e métodos (figura 1), representação diagramática dos efeitos.

Tabela 14 - Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT) e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a Produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar IAC-74/221, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1980.

Relação estudada	Simbologia	Valor	Desdobramento de $r_{16}^{1/}$		Simbologia	Valor
NCAP x PROD	$r_{16}$	0,9332	Efeito direto de NCAP		$P_{16}$	0,6353
			Efeito indireto de NCAP via PCAP		$r_{12} P_{26}$	-0,0814
			" " " " " ALTR	$r_{13} P_{36}$	0,1665	
			" " " " " NRFT	$r_{14} P_{46}$	0,2119	
			" " " " " NRVG	$r_{15} P_{56}$	0,0020	
			PCAP x PROD	$r_{26}$	-0,1051	Efeito direto de PCAP
			Efeito indireto de PCAP via NCAP		$r_{12} P_{16}$	-0,2125
			" " " " " ALTR	$r_{23} P_{36}$	-0,0421	
			" " " " " NRFT	$r_{24} P_{46}$	-0,0933	
			" " " " " NRVG	$r_{25} P_{56}$	-0,0006	
ALTR x PROD	$r_{36}$	0,9126	Efeito direto de ALTR		$P_{36}$	0,1860
			Efeito indireto de ALTR via NCAP		$r_{13} P_{16}$	0,5686
			" " " " " PCAP	$r_{23} P_{26}$	-0,0551	
			" " " " " NRFT	$r_{34} P_{46}$	0,2108	
			" " " " " NRVG	$r_{35} P_{56}$	0,0022	
NRFT x PROD	$r_{46}$	0,8784	Efeito direto de NRFT		$P_{46}$	0,2393
			Efeito indireto de NRFT via NCAP		$r_{14} P_{16}$	0,5598
			" " " " " PCAP	$r_{24} P_{26}$	-0,0948	
			" " " " " ALTR	$r_{34} P_{36}$	0,1639	
			" " " " " NRVG	$r_{45} P_{56}$	0,0023	
NRVG x PROD	$r_{56}$	0,5430	Efeito direto de NRVG		$P_{56}$	0,0039
			Efeito indireto de NRVG via NCAP		$r_{15} P_{16}$	0,3269
			" " " " " PCAP	$r_{25} P_{26}$	-0,0399	
			" " " " " ALTR	$r_{35} P_{36}$	0,1082	
			" " " " " NRVG	$r_{45} P_{46}$	0,1416	
Determinação pelas variáveis do modelo:		$R_6^2(1...5)$	-	0,9476		
Determinação por efeito residual: $(P_x^2) = 1 - R_6^2(1...5)$		-	-	0,0524		

1/ - Vide material e métodos (figura 1), representação diagramática dos efeitos



Tabela 15 - Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT) e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a Produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar IAC-18. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1986.

Relação estudada	Simbologia	Valor	Desdobramento de $r_{16}^{1/}$		Simbologia	Valor
NCAP x PROD	$r_{16}$	0,7186	Efeito direto de NCAP		$P_{16}$	0,7137
			Efeito indireto de NCAP via PCAP		$r_{12} P_{26}$	-0,0223
			" " " " " ALTR		$r_{13} P_{36}$	0,2408
			" " " " " NRFT		$r_{14} P_{46}$	-0,1877
			" " " " " NRVG		$r_{15} P_{56}$	-0,0259
PCAP x PROD	$r_{26}$	-0,0277	Efeito direto de PCAP		$P_{26}$	0,0975
			Efeito indireto de PCAP via NCAP		$r_{12} P_{16}$	-0,1629
			" " " " " ALTR		$r_{23} P_{36}$	0,0653
			" " " " " NRFT		$r_{24} P_{46}$	-0,0206
			" " " " " NRVG		$r_{25} P_{56}$	-0,0070
ALTR x PROD	$r_{36}$	0,5289	Efeito direto de ALTR		$P_{36}$	0,5130
			Efeito indireto de ALTR via NCAP		$r_{13} P_{16}$	0,3350
			" " " " " PCAP		$r_{23} P_{26}$	0,0124
			" " " " " NRFT		$r_{34} P_{46}$	-0,2518
			" " " " " NRVG		$r_{35} P_{56}$	-0,0797
NRFT x PROD	$r_{46}$	0,4081	Efeito direto de NRFT		$P_{46}$	-0,3408
			Efeito indireto de NRFT via NCAP		$r_{14} P_{16}$	0,3931
			" " " " " PCAP		$r_{24} P_{26}$	0,0059
			" " " " " ALTR		$r_{34} P_{36}$	0,3791
			" " " " " NRVG		$r_{45} P_{56}$	-0,0292
NRVG x PROD	$r_{56}$	-0,0649	Efeito direto de NRVG		$P_{56}$	-0,2587
			Efeito indireto de NRVG via NCAP		$r_{15} P_{16}$	0,0714
			" " " " " PCAP		$r_{25} P_{26}$	0,0027
			" " " " " ALTR		$r_{35} P_{36}$	0,1581
			" " " " " NRFT		$r_{45} P_{46}$	-0,0384
Determinação pelas variáveis do modelo			$R^2_{6(1...5)}$	-		0,9476
Determinação por efeito residual: $(P_X^2) = 1 - R^2_{6(1...5)}$				-		0,0524

1/ - Vide material e métodos (figura 1), representação diagramática dos efeitos.

Tabela 16 - Efeitos Diretos e Indiretos dos Caracteres Número de Capulhos (NCAP), Peso de Capulho (PCAP), Altura de Planta (ALTR), Número de Ramos Frutíferos (NRFT) e Número de Ramos Vegetativos (NRVG), sobre a Produção da Planta (PROD), Obtidos a Partir do Desdobramento dos Valores das Correlações Fenotípicas entre Aqueles Caracteres e a Produção, quando Consideradas apenas as Plantas Amostradas da Cultivar MILEN 333/57, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1980.

Relação estudada	Simbologia	Valor	Desdobramento de $r_{16}^{1/}$		Simbologia	Valor
NCAP x PROD	$r_{16}$	0,8293	Efeito direto de NCAP		$P_{16}$	0,6875
			Efeito indireto de NCAP via PCAP		$r_{12} P_{26}$	0,0603
			" " " " " ALTR	$r_{13} P_{36}$	0,1506	
			" " " " " NRFT	$r_{14} P_{46}$	-0,0765	
			" " " " " NRVG	$r_{15} P_{56}$	0,0073	
PCAP x PROD	$r_{26}$	0,3924	Efeito direto de PCAP		$P_{26}$	0,2268
			Efeito indireto de PCAP via NCAP		$r_{12} P_{16}$	0,1929
			" " " " " ALTR	$r_{23} P_{36}$	0,0090	
			" " " " " NRFT	$r_{24} P_{46}$	-0,0290	
			" " " " " NRVG	$r_{25} P_{56}$	0,0028	
ALTR x PROD	$r_{36}$	0,6001	Efeito direto de ALTR		$P_{36}$	0,2400
			Efeito indireto de ALTR via NCAP		$r_{13} P_{16}$	0,4313
			" " " " " PCAP	$r_{23} P_{26}$	0,0085	
			" " " " " NRFT	$r_{34} P_{46}$	-0,0671	
			" " " " " NRVG	$r_{35} P_{56}$	0,0074	
NRFT x PROD	$r_{46}$	0,5688	Efeito direto de NRFT		$P_{46}$	-0,1178
			Efeito indireto de NRFT via NCAP		$r_{14} P_{16}$	0,4462
			" " " " " PCAP	$r_{24} P_{26}$	0,0559	
			" " " " " ALTR	$r_{34} P_{36}$	0,1775	
			" " " " " NRVG	$r_{45} P_{56}$	0,0676	
NRVG x PROD	$r_{56}$	0,5023	Efeito direto de NRVG		$P_{56}$	0,0136
			Efeito indireto de NRVG via NCAP		$r_{15} P_{16}$	0,3720
			" " " " " PCAP	$r_{25} P_{26}$	0,0459	
			" " " " " ALTR	$r_{35} P_{36}$	0,1317	
			" " " " " NRFT	$r_{45} P_{46}$	-0,0609	
Determinação pelas variáveis do modelo			$R_{6(1...5)}^2$	-		0,9476
Determinação de efeito residual: $(P_x^2) = 1 - R_{6(1...5)}^2$				-		0,0524

1/ - Vide material e métodos (figura 1), representação diagramática dos efeitos.

que, em amendoim (Arachis hipogaea L), a alta correlação entre o número de ramos secundários e a produção, era resultado não do efeito direto daquele caráter sobre a produção mas do efeito indireto através do comprimento dos ramos primários e do número de vagens.

O ajustamento do modelo causal representativo da produção foi avaliado através da cálculo do grau de determinação das variáveis utilizadas no modelo, para todas as situações em que este foi empregado. Verifica-se que na maioria dos casos foram obtidos altos coeficientes de determinação, o que é uma indicação da boa representatividade do modelo.

As cultivares que mostraram maior parcela de variação residual, ou seja, variação não explicada pelas variáveis contidas no modelo, foram a IAC-18 e a Allen 333/57, para as quais a determinação por efeitos residuais ( $P_X^2$ ), foi de 0,34 e 0,25, mostrando que estes efeitos representam 34% e 25% respectivamente, da variação no rendimento destas cultivares.



## RESUMO E CONCLUSÕES

Uma população constituída por sete cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), foi avaliada quanto aos caracteres: produção, número de capulhos, peso de capulho, peso de 100 sementes, percentagem de fibra, comprimento de fibra, altura de planta, número de ramos frutíferos e número de ramos vegetativos, a partir de um experimento conduzido em área irrigada da Fazenda Experimental do Vale do Curu, em Pentecoste-Ceará-Brasil. As cultivares constituintes da população foram comparadas entre si quanto à expressão de todos os caracteres observados.

Parâmetros fenotípicos e genéticos foram obtidos a partir das análises de variância e covariância relativas a estes caracteres na população. Correlações fenotípicas foram também obtidas com base nas observações nas plantas amostradas de cada cultivar isoladamente.

O método dos coeficientes de caminamento foi empregado na análise de um modelo causal onde a produção foi representada pelas variáveis número de capulhos, peso de capulho, altura da planta, número de ramos frutíferos e número de ramos vegetativos. As importâncias relativas dos efeitos diretos e indiretos destes caracteres sobre a produção foram determinadas tanto pelo desdobramento das correlações genéticas obtidas a partir da análise do conjunto de cultivares, como das correlações fenotípicas obtidas das análises de cada cultivar isoladamente.

Os resultados das análises de variância e comparações entre cultivares revelaram diferenças significativas entre cultivares para todos os caracteres observados.

Os valores dos coeficientes de variação fenotípica

genética, ambiental e amostral revelaram que, excetuando-se os caracteres peso de capulho, peso de 100 sementes e percentagem de fibra, a maior parcela da variação fenotípica dos caracteres foi resultado principalmente de efeitos ambientais e amostrais. O peso de capulho e peso de 100 sementes mostraram os maiores coeficientes de variação genética e as mais altas estimativas de herdabilidade.

As correlações fenotípicas e genéticas obtidas pela análise da população constituída pelo conjunto de cultivares estudado, revelaram que a produção não se mostrou altamente correlacionada com qualquer dos caracteres avaliados. Observou-se também semelhanças nos valores das correlações fenotípicas e genéticas obtidas nesta população.

A análise das correlações fenotípicas obtidas a partir das observações em cada cultivar isoladamente revelou que, em todas as cultivares, a produção mostrou-se correlacionada com o número de capulhos, número de flores, altura da planta e número de ramos frutíferos.

Os resultados das análises através dos coeficientes de caminhamento revelaram que, quando considerado o conjunto de todas as cultivares estudadas, os efeitos diretos do número e do peso de capulhos foram equivalentes para a expressão da produção, e que os efeitos diretos da altura, do número de ramos frutíferos e do número de ramos vegetativos foram insignificantes, no entanto exerceram preponderante efeito indireto através do número de capulhos e peso de capulho.

Estes resultados, avaliados do ponto de vista do melhoramento genético da produção a partir da população estudada indicam que:



1. Aumentos no rendimento podem ser obtidos pelo incremento do peso médio de capulho nas cultivares onde se verifica bom desempenho quanto ao número de capulhos, ou reciprocamente, através do aumento do número de capulhos nas cultivares em que estes tem peso médio elevado.

2. Mesmo supondo uma parcela da variabilidade intra-cultivar, como de natureza genética, a seleção do caráter peso de capulho dentro das cultivares aqui estudadas não parece ser praticável como pode ser deduzido do baixo coeficiente de variação amostral relativo a este caráter. Este baixo valor indica que a variabilidade deste caráter dentro das cultivares não deve ser suficiente para permitir ganhos genéticos satisfatórios através de seleção.

3. A hibridação entre indivíduos pertencentes a cultivares que apresentem excelentes desempenhos para estes caracteres isoladamente seria o procedimento adequado à obtenção de recombinantes com bom rendimento para ambas as características simultaneamente. Além disso, a hibridação constituiria a variabilidade genética aumentando as chances para a seleção dentro das gerações segregantes.

4. Como o aumento do número de ramos frutíferos influencia com maior intensidade a redução no peso do que o aumento no número de capulhos, parecem ser mais vantajosos os indivíduos que apresentem maior rendimento de capulhos por ramos frutífero. Esta inferência, no entanto, só é válida para a população aqui considerada, podendo ser ou não, para uma população segregante resultante da hibridação entre indivíduos de cultivares diferentes.



LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, J.J.L. Estatística experimental. Universidade Federal do Ceará - Departamento de Estatística e Matemática Aplicada. Fortaleza-Ceará, 1978. 115 p. (Mimeografado).

ALLARD, R.W. Principios do melhoramento genético das plantas. São Paulo-SP, Edgard Blucher, 1971. 381 p.

BEZERRA, F.F. Emprego do coeficiente de caminamento (Path coefficient), na análise de dados de produção de variedades de algodão mocô (Gossypium hirsutum marie galante Hutch) no estado do Ceará. Fortaleza-Ceará, 1976. (Dissertação apresentada ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de "Mestre em Fitotecnia").

BHARDWAJ, R.P.; SIMLOTE, K.M. Correlations studies in american cotton. Indian Agriculturist, 12 (2) : 51-3, 1968a.

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ Genotypic and phenotypic variabilities in yield and other quantitative characters in american cotton. Indian Agriculturist, 12 (2): 92-6, 1968b.

BHATT, G.M. Significance of path coefficient analysis in determining the nature of characters association. Euphytica, 22, (7) . 338 - 43, 1973

- CHUNG, J. H.; LIANG, G. H. L. Some biometrical studies on nine agronomic traits in grain sorghum (Sorghum bicolor L Moench). Variance components and heritability estimates. Can. J. Genet. Cytc. Manhattan, 12 : 228-96, 1970.
- DEWEY, D.R. ; LU, K.H. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested-wheatgrass seed production. Agronomy Journal, 51: 515-8, 1959
- DUARTE, R.A. ; ADAMS, M.W. A path coefficient analysis of some components interrelations in field beans (Phaseolus vulgaris L). Crop Science, 12: 579-82, 1972
- FALCONER, D.S. Introduccion a la genética cuantitativa. 5ed. México, 1975 - 430 p.
- GERALDI, I.O. ; VENKOVSKY, R. ; MIRANDA, J.B. Processos para estimação dos componentes de covariância entre caracteres avaliados com números diferentes de indivíduos por parce la. IN: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ. Departamento e Instituto de Genética. Relatório Científico nº 12. Piracicaba, SP, 1978. P. 84-91.
- GOLDENBERG, J.B. El empleo de la correlacion en el mejoramento genetico de las plantas Fitotecnia Latino Americana, 5: 1-8, 1968
- JOHNSON, H.W. ; ROBINSON, H.F. ; COMSTOCK, R.E. Genotypic and phenotypic correlations in soybeans and their implications in selection. Agronomy Journal, 47: 477-83, 1955

- KALSY, H.S. ; SANDHU, R.S.; RANDHAVA, A.S. Genetic variability in upland cotton (Gossypium hirsutum L.). Journal of Research Punjab Agricultural University, 10 (3): 268-71, 1973
- KHANGURA, B.S. ; SANDHU, R.S. Path analysis in groundnut (Arachis hypogaea L.). Indian Journal Agricultural Science, 42(9): 792-95, 1972
- KEMPTHORNE, O. An Introduction to genetic statistics, Ames, Iowa, the Iowa State University Press, 1966. 454 P.
- LI, C.C. Path analysis - a primer. Pacific Grove, California The Boxwood Press, 1975. 346 p.
- LIANG, G.H.L. ; WALTER, T. L. Heritability estimates and gene effects for agronomic traits in grain sorghum (Sorghum vulgare Pers ). Crop Science, 8: 77-81, 1968
- MATHER, K. ; JINKS, J.L. Biometrical genetics - the study of continuous variation, Ithaca, New York, Cornell University Press, 1971. 382 p.
- MILLER, P.A. ; RAWLING, J.O. Selection for increased lint yield and correlated responses in upland cotton (Gossypium hirsutum L.). Crop Science, 17: 637-40, 1967
- NAPHADE, D.S. Correlation and path analysis for some characters contributing to fodder yield in sorghum. Indian Journal Agricultural Science, 42 (9): 790-1, 1972



- PARODA, R.S. ; JOSHI, A.B. Correlations, path coefficient and the implications of discriminant function for selection in wheat (Triticum aestivum ) Heredity, 25: 383-92, 1970
- RANGEL, P.H.N. Correlações fenotípicas, genotípicas, de ambiente e coeficiente de trilha, em variedades de arroz (Oryza sativa L.). Viçosa-MG, 1979 (Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte dos das exigências do curso de genética e melhoramento, para obtenção do grau de M.S.)
- THOMPSON, N.J. Intra-varietal variability and response to single plant selection in Gossypium hirsutum L. I-phenotypic variability. Journal of Agricultural Science, 80 (1): 135-45, 1973a
- \_\_\_\_\_. Intra-varietal variability and response to single plant selection in Gossypium hirsutum L. II-genotypic variability. Journal of Agricultural Science, 80 (1): 147-60, 1973b
- \_\_\_\_\_. Intra-varietal variability and response to single plant selection in Gossypium hirsutum L. III-Response to selection. Journal of Agricultural Science, 80 (1): 161-70, 1973c
- VENKOVSKY, R. Principios de genética quantitativa. Piracicaba-SP, 1973. 97 p ( Mimeografado )
- WARNER, J.N. A Method for estimating heritability. Agronomy Journal, 44: 427-30, 1952

WRIGHT, S. Correlation and causation. Journal Agricultural Research, 20: 557-85, 1921

\_\_\_\_\_. The method of path-coefficient. Annals of Mathematical Statistics, 5: 161-215, 1934

\_\_\_\_\_. Evolution and the genetics of populations. Vol. 1 - Genetic and biometrics foundations. Chicago and London. the University of Chicago Press, 1968. 469 p.

**APENDICE**



Anexo 1 - Estimativas dos Quadrados Médios, Produtos Médios, Componentes de Variância e Covariância Relativas às Causas Genéticas ( $\hat{\sigma}_G^2/Cov_G$ ), Relativas ao Efeito de Bloco ( $\hat{\sigma}_B^2/Cov_B$ ), Efeitos da Interação Bloco x Cultivar ( $\hat{\sigma}_{BG}^2/Cov_{BG}$ ) e Efeitos Amostrais ( $\hat{\sigma}_A^2/Cov_A$ ), Calculadas para todos os Caracteres Avaliados e todas as Combinações entre Eles, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1980.

VARIÁVEIS	Quadrados médios				Produtos médios				Componentes de variância/covariância			
	Bloco	Cultivar	Interação	amostra	Bloco	Cultiv.	Inter.	Amost.	$\hat{\sigma}_A^2/Cov_A$	$\hat{\sigma}_B^2/Cov_B$	$\hat{\sigma}_{BG}^2/Cov_{BG}$	$\hat{\sigma}_G^2/Cov_G$
PROD	3820,098	2016,102	873,102	325,836	-	-	-	-	325,836	193,778	84,179	32,636
NCAP	3,498	2,806	1,079	0,277	-	-	-	-	0,277	0,229	0,069	0,049
PCAP	0,746	33,708	0,535	0,448	-	-	-	-	0,448	0,023	0,006	0,948
PSEM	1,484	54,675	1,957	1,747	-	-	-	-	1,747	0,029	-0,014	1,506
PRFB	7,673	118,292	6,305	5,037	-	-	-	-	5,037	0,377	0,124	3,200
COMP	5,826	12,571	2,275	1,931	-	-	-	-	1,931	0,170	0,102	0,294
ALTR	1916,112	1082,436	338,302	63,231	-	-	-	-	63,231	100,095	45,080	21,261
NFLR	12,195	6,525	2,590	0,464	-	-	-	-	0,464	0,700	0,274	0,112
NRFT	0,998	1,510	0,561	0,104	-	-	-	-	0,104	0,104	0,012	0,027
NRVG	0,701	0,700	0,213	0,114	-	-	-	-	0,114	0,034	0,014	0,014
PROD + NCAP	4044,636	2111,160	930,439	341,646	110,535	46,126	27,762	7,767	7,767	3,999	109,742	0,525
PROD + PCAP	3892,247	2208,480	859,762	332,797	35,702	79,335	-7,305	3,257	3,257	-2,112	35,911	2,475
PROD + PSEM	3847,551	2089,658	835,295	333,323	12,985	9,440	-20,249	2,870	2,870	-4,624	13,563	0,848
PROD + PRFB	3879,013	2516,409	866,364	341,744	24,139	191,007	-6,889	5,436	5,436	-2,465	24,336	5,654
PROD + COMP	3939,078	2145,044	918,754	331,035	81,577	58,186	21,321	1,634	1,634	3,937	80,968	1,053
PROD + ALTR	10827,370	4343,922	2088,370	564,300	2545,580	622,692	438,216	87,617	87,617	70,120	2533,060	5,271
PROD + NFLR	4235,257	2082,801	947,361	342,772	201,482	30,087	35,567	8,236	8,236	5,466	200,466	-0,157
PROD + NRFT	3927,522	2034,957	908,893	332,804	53,213	8,673	17,248	3,432	3,432	2,763	52,721	-0,245
PROD + NRVG	3887,768	2017,066	884,416	328,836	33,485	0,133	5,184	1,443	1,443	0,748	33,337	-0,144
NCAP + PCAP	5,897	26,035	1,020	0,780	0,831	-5,239	-0,297	0,027	0,027	-0,065	0,820	-0,141
NCAP + PSEM	5,589	40,399	1,310	2,041	0,308	-8,541	-0,863	0,008	0,008	-0,174	0,333	-0,219
NCAP + PRFB	17,118	109,215	6,837	5,699	1,496	-5,941	-0,274	0,193	0,193	-0,093	1,504	-0,162
NCAP + COMP	15,607	20,234	5,095	2,374	3,147	2,429	0,870	0,083	0,083	0,157	3,122	0,045
NCAP + ALTR	2078,505	1153,389	372,878	67,290	79,290	34,074	16,748	1,891	1,891	2,971	78,974	0,495
NCAP + NFLR	28,501	16,828	6,591	1,226	6,409	3,749	1,461	0,242	0,242	0,244	6,367	0,065
NCAP + NRFT	7,963	7,285	2,934	0,568	1,738	1,485	0,647	0,094	0,094	0,111	1,720	0,024
NCAP + NRVG	6,754	4,244	1,796	0,479	1,282	0,369	0,252	0,044	0,044	0,042	1,275	0,003
PCAP + PSEM	3,380	166,952	3,291	2,975	0,575	39,284	0,399	0,390	0,390	0,002	0,564	1,111
PCAP + PRFB	9,236	261,211	8,423	5,711	-1,073	54,605	0,791	0,113	0,113	0,136	-1,096	1,538
PCAP + COMP	6,015	41,280	2,482	2,447	-0,278	-2,499	-0,164	0,034	0,034	-0,040	-0,273	-0,067
PCAP + ALTR	1959,158	1017,253	331,906	65,408	21,150	-49,446	-3,466	0,865	0,865	-0,866	21,249	-1,314
PCAP + NFLR	15,673	17,035	2,322	0,972	1,366	-11,599	-0,401	0,030	0,030	-0,086	1,377	-0,320
PCAP + NRFT	2,396	25,181	0,804	0,615	0,326	-5,019	-0,146	0,032	0,032	-0,035	0,330	-0,139
PCAP + NRVG	1,833	31,703	0,579	0,609	0,193	-1,353	-0,084	0,023	0,023	-0,022	0,192	-0,036
PSEM + PRFB	8,047	281,391	9,477	6,642	-2,037	54,212	0,607	-0,071	-0,071	0,136	-2,055	1,532
PSEM + COMP	6,421	55,661	3,162	3,947	-0,444	-5,793	-0,535	0,134	0,134	-0,134	-0,429	-0,150
PSEM + ALTR	1924,906	1038,466	315,572	67,906	3,655	-49,323	-12,344	1,464	1,464	-2,762	4,008	-1,057
PSEM + NFLR	13,678	30,618	2,017	2,152	0,001	-15,291	-1,265	-0,229	-0,229	-0,247	0,036	-0,401
PSEM + NRFT	2,650	42,908	1,699	1,950	0,084	-6,638	-0,410	0,030	0,030	-0,092	0,096	-0,173
PSEM + NRVG	2,349	51,097	1,679	1,975	0,082	-2,139	-0,246	0,057	0,057	-0,061	0,089	-0,054
PRFB + COMP	19,859	108,695	6,222	7,418	1,698	-11,084	-1,179	0,225	0,225	-0,281	1,732	-0,283
PRFB + ALTR	1961,938	866,661	337,674	70,165	17,594	-167,034	-3,466	0,949	0,949	-0,883	17,693	-4,673
PRFB + NFLR	28,033	84,771	8,223	5,771	2,600	-20,023	-0,336	0,135	0,135	-0,094	2,610	-0,562
PRFB + NRFT	12,152	100,813	6,424	5,181	0,259	-9,495	-0,221	0,020	0,020	-0,048	0,265	-0,265
PRFB + NRVG	13,049	113,212	6,361	5,051	0,855	-2,890	-0,078	-0,050	-0,050	-0,006	0,857	-0,080
COMP + ALTR	2064,771	1222,482	374,158	63,831	71,417	63,737	16,790	-0,665	-0,665	3,491	70,937	1,341
COMP + NFLR	30,620	28,372	7,508	2,596	6,300	4,638	1,322	0,100	0,100	0,244	6,262	0,095
COMP + NRFT	10,980	17,846	4,101	1,990	2,079	1,883	0,632	-0,022	-0,022	0,131	2,061	0,036
COMP + NRVG	9,177	14,134	3,173	1,941	1,325	0,432	0,342	-0,052	-0,052	0,079	1,315	0,003
ALTR + NFLR	2230,624	1211,530	394,842	68,896	151,168	61,284	26,975	2,601	2,601	4,875	150,416	0,980
ALTR + NRFT	1990,159	1144,733	362,671	66,557	41,025	30,394	11,904	1,611	1,611	2,059	40,684	0,528
ALTR + NRVG	1977,531	1109,208	347,207	64,677	30,359	13,036	4,346	0,656	0,656	0,736	30,235	0,248
NFLR + NRFT	19,834	13,813	5,175	0,814	3,321	2,829	1,012	0,123	0,123	0,178	3,292	0,054
NFLR + NRVG	17,756	9,133	3,682	0,686	2,430	0,954	0,439	0,054	0,054	0,077	2,417	0,015
NRFT + NRVG	3,010	3,755	1,117	0,287	0,655	0,773	0,172	0,035	0,035	0,027	0,650	0,017

Anexo 02 - Instituições relacionadas com a pesquisa Algodoeira citadas no presente trabalho.

CNPA - Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - (EMBRAPA)  
Rua Osvaldo Cruz s/n - Bairro Centenário  
Caixa postal, 174 - 58.100 - Campina Grande PB

EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Av. Amazonas. nº 115 - 5º/7º andares  
Caixa postal, 515 - 30.000 - Belo Horizonte-MG

IAC - Instituto Agrônômico de Campinas  
Av. Barão de Itapura, 1481  
Caixa Postal, 28 - 13.100 - Campinas-SP

IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná  
Rodovia Celso Garcia, Km 375  
Caixa Postal, 1331 - 86100 - Londrina-PR

IRCT - Institut de Recherches du Coton et des Textiles  
Tropicales  
Paris - França