ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE
CARACTERES DE FRUTO E PLANTA DE PIMENTA
(*Capsicum chinense* JACQ.)

FRANCO ALIRIO VALLEJO CABRERA

Orientador: Prof. Dr. CYRO PAULINO DA COSTA

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Junho - 1986

À minha esposa LUCY

A meu filho FRANCO JAVIER

A meus pais FIDELA e HERMENEGILDO

Aos meus irmãos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Dr. CYRO PAULINO DA COSTA, pela orientação, amizade e ensinamentos recebidos;

- À minha esposa LUCY e ao meu filho FRANCO JAVIER, pelo apoio e incentivo;

- À UNIVERSIDADE NACIONAL DE COLÔMBIA e UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, por possibilitarem a realização do curso;

- À ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS (OEA), pela bolsa de estudo concedida para realização do curso;

- Aos professores e funcionários do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), pelos ensinamentos e facilidades concedidas;

- Aos colegas do Curso de Pós-graduação pelo companheirismo.

O autor

INDICE

	<u>página</u>
RESUMO	x
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Importância das estimativas genéticas	4
2.2. Utilização da metodologia de Griffing na esti- mação de componentes de variância e parâme- tros genéticos	6
2.3. Origem e variabilidade da espécie <i>Capsicum</i> <i>chinense</i> Jacq.	9
2.4. Estimativas de parâmetros genéticos no gênero <i>Capsicum</i>	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Material experimental	23
3.2. Métodos	25
3.2.1. Produção das sementes híbridas F_1	25
3.2.2. Técnica experimental de campo	26
3.2.3. Obtenção dos dados experimentais	27

	<u>página</u>
3.2.4. Análises estatístico-genéticas	29
3.2.4.1. Análise da variância	30
3.2.4.2. Análise da variância da capaci- dade de combinação	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1. Análise preliminar dos valores médios observa- dos dos caracteres de fruto e planta	42
4.2. Análise da variância, ao nível de indivíduos, dos caracteres de fruto e planta	44
4.3. Análise da capacidade de combinação, baseada nos valores médios dos genótipos	50
4.4. Correlações genéticas e fenotípicas para al- guns pares de caracteres, ao nível de indiví- duos	65
4.5. Limitações na utilização das estimativas gené- ticas	69
5. CONCLUSÕES	71
6. LITERATURA CITADA	75
ANEXOS	85

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela</u>	<u>página</u>
1. Principais características das linhagens parentais utilizadas no dialélico do presente trabalho. Piracicaba, SP, 1986	24
2. Análise da variância em blocos ao acaso, ao nível de indivíduos, com as respectivas esperanças dos quadrados médios, para as suposições do modelo 2	32
3. Análise da variância da capacidade de combinação, baseada nos valores médios genotípicos, com as respectivas esperanças dos quadrados médios, para as suposições do modelo 2	35
4. Análise da covariância, ao nível de indivíduos, no delineamento em blocos ao acaso, com as respectivas esperanças dos produtos médios, para as suposições do modelo 2	41

5. Valores médios observados da produção por planta (A), número de frutos por planta (B), peso médio do fruto (C), comprimento do fruto (D), diâmetro do fruto (E), índice de formato (F), número de locos por fruto (G), dias para o início da floração (H), dias para o início da maturação (I), porte da planta (J) e diâmetro da copa da planta (K) de cinco linhagens parentais e respectivas F_1 s em cruzamentos dialélicos. Médias obtidas de quatro plantas individuais por parcela em quatro repetições. Piracicaba, SP, 1986 43
6. Valores e significâncias dos quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância, ao nível de indivíduos, dos caracteres de fruto e planta de *C. chinense* Jacq., em uma população dialélica. Piracicaba, SP, 1986 45
7. Estimativas de componentes da variância de caracteres de fruto e planta de *C. chinense* Jacq, ao nível de indivíduos, em uma população dialélica. Piracicaba, SP, 1986 48

8. Valores e significância dos quadrados médios da análise da variância da capacidade de combinação, baseada nos valores médios genotípicos, dos caracteres de fruto e planta de *C. chinense* Jacq., em uma população dialélica. Piracicaba, SP, 1986 51
9. Estimativas de componentes da variância da capacidade de combinação, baseadas nos valores médios genotípicos dos caracteres de fruto e planta de *C. chinense* Jacq, em uma população dialélica. Piracicaba, SP, 1986 55
10. Estimativas das variâncias genéticas aditivas e não aditivas, baseadas nos valores médios dos genótipos, dos caracteres de fruto e planta de *C. chinense* Jacq, em uma população dialélica. Piracicaba, SP, 1986 56
11. Estimativas do coeficiente de herdabilidade, baseadas nos valores médios genotípicos, dos caracteres de fruto e planta de *C. chinense* Jacq, em uma população dialélica. Piracicaba, SP, 1986 58

Tabelapágina

12. Estimativas de coeficiente de correlação genética e fenotípica entre a produção por planta e seus componentes primários, ao nível de indivíduos, em uma população dialélica de <i>C. chinense</i> Jacq. Piracicaba, SP, 1986	66
13. Estimativas de coeficiente de correlação genética e fenotípica entre a produção por planta e alguns caracteres da planta, ao nível de indivíduos, em uma população dialélica de <i>C. chinense</i> Jacq. Piracicaba, SP, 1986	67
14. Valores e significâncias dos produtos médios da análise de covariância para os pares de caracteres, ao nível de indivíduos, em uma população dialélica de <i>C. chinense</i> Jacq. Piracicaba, SP, 1986	86
15. Estimativa de componentes dos produtos médios, ao nível de indivíduos, para os pares de caracteres, em uma população dialélica de <i>C. chinense</i> Jacq. Piracicaba, SP, 1986	87

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES DE FRUTO E PLANTA DE PIMENTA (*Capsicum chinense* JACQ.)

Autor: FRANCO ALIRIO VALLEJO CABRERA

Orientador: Prof. Dr. CYRO PAULINO DA COSTA

RESUMO

O presente trabalho objetivou determinar as propriedades genéticas de uma população dialélica de *Capsicum chinense* Jacq., através da estimação dos tipos principais de ações gênicas, herdabilidade no sentido amplo e restrito e correlações genéticas e fenotípicas responsáveis pelos caracteres de fruto e planta.

O material experimental constituiu-se uma amostragem tirada ao acaso de uma população dialélica formada por cinco linhagens parentais não selecionadas e todas suas progênies híbridas F_1 sem incluir os recíprocos. Os parentais foram escolhidos em base a suas grandes diferenças genotípicas para a maioria dos caracteres estudados e dessa maneira facilitar a análise genética.

A valiação do material experimental foi fei-

ta usando um delineamento de blocos completos, ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de uma fileira de 8 plantas, no espaçamento de 1,00 m entre fileiras e 0,50 m entre plantas na fileira. Os dados experimentais foram tomados de quatro plantas individuais por parcela, utilizando a técnica da amostragem sistemática.

As análises estatístico-genéticas foram feitas conforme o método 2, modelo 2 utilizado por GRIFFING (1953) em tomate e levando em conta as limitações no uso da população dialélica.

Pelos resultados obtidos, pode-se chegar às seguintes conclusões:

1. As diferenças genéticas, entre os genótipos, para os caracteres produção por planta, dias para o início da floração, dias para o início da maturação, porte da planta e diâmetro da copa da planta, foram explicadas principalmente pelos efeitos da capacidade específica de combinação (ação gênica não aditiva).
2. As diferenças genéticas, entre os genótipos, para os caracteres número de frutos por planta, peso médio do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, índice de

formato e número de locos por fruto, foram explicadas pelos efeitos simultâneos da capacidade geral de combinação (ação gênica aditiva) e da capacidade específica de combinação (ação gênica não aditiva).

3. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, para os caracteres de fruto, foram respectivamente de 0,00%, 57,93%, 78,41%, 91,48%, 75,40%, 72,82% e 53,71% para a produção por planta, número de frutos por planta, peso médio do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, índice de formato e número de locos por fruto.
4. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito para os caracteres da planta, foram respectivamente de 10,56%, 47,06%, 2,92% e 0,00% para os dias para o início da floração, dias para o início da maturação, porte da planta e diâmetro da copa da planta.
5. A magnitude dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo foi bem maior quando comparada com a magnitude dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito para todos os caracteres de fruto e planta, especialmente para a produção por planta, dias para o início da floração, dias para o início da maturação, porte da planta e diâmetro da

copa da planta, como era esperado em vista da prevalência da variância não aditiva.

6. A maior produção por planta apresentou uma correlação genética positiva (0,30) com o número de frutos por planta, e uma correlação genética negativa (-0,32) com o peso médio do fruto. Entre o número de frutos por planta e o peso médio do fruto, apresentou-se uma correlação genética negativa (-0,77). Por causa desta correlação, a seleção para maior produção por planta será difícil. As correlações fenotípicas foram significativas e apresentaram a mesma tendência das correlações genéticas.
7. A maior produção por planta apresentou uma correlação genética negativa (-0,62) com o caráter dias para o início da floração, e uma correlação genética positiva (0,57) com o porte da planta. Em acordo com esses resultados, as plantas mais produtivas serão também as mais tardias; isto pode constituir uma dificuldade, quando se pretende obter materiais precoces. Também, plantas mais produtivas serão de grande porte; isto pode favorecer o acamamento das plantas e reduzir até a produção.
8. A melhor estratégia imediata para aumentar a produção por planta seria o aproveitamento da heterose nas plantas F_1

levando em conta a presença dos efeitos gênicos, não aditivos, o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito muito baixo e a correlação negativa entre seus componentes primários (número de frutos por planta e peso médio do fruto).

9. A seleção massal seria a melhor estratégia para tentar aumentar os caracteres peso médio do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto e índice de formato do fruto, tendo em vista os altos valores dos coeficientes de herdadabilidade no sentido restrito. Para tentar aumentar os caracteres número de frutos por planta e número de locos por fruto, a seleção recorrente recíproca seria a melhor opção, levando em conta a presença significativa e simultânea da c.g.c. e c.e.c. na variação genética total desses caracteres.
10. A exploração comercial da heterose também pode ser recomensadora na procura de aumentar a precocidade da floração e maturação; ou aumentar o porte e o diâmetro da copa da planta.

ESTIMATE OF GENETIC PARAMETERS OF FRUIT AND PLANT
CHARACTERS IN PEPPER (*Capsicum chinense* Jacq.)

Author: FRANCO ALIRIO VALLEJO CABRERA

Adviser: Prof. Dr. CYRO PAULINO DA COSTA

SUMMARY

This paper reports the results of a study on gene action, heritability and genotypic and phenotypic correlation among traits of fruit and plant in *Capsicum chinense* Jacq. The experimental material consisted of five inbred lines and all possible F_1 's from these lines (not including reciprocals). The parents exhibited a tremendous range of expression for all characteristics.

The experimental design consisted of four randomized blocks, each containing one plot of each inbred and the various F_1 's. The plots were 1 m apart and each contained eight plants spaced at intervals of 0.50 m. The entire experiment was surrounded by border plants.

For the characteristics concerned in this study, a systematic sub-sampling method was used. A random choice was made of first or second plant in the plot; then,

beginning with this plant, plants were chosen alternately. Thus, four plants out of the eight were sampled from each, resulting in a total of 16 observations for each parent and F_1 .

Data on individual plants were recorded for yield/plant, number of fruit plants, average fruit weight, fruit length, fruit width, fruit shape index, number of locules/fruit, days to flowering, days to maturity, plant height and plant width.

Statistical and genetic analysis were made by model 2, method 2 of Griffing.

The specific combining abilities estimates (non-additive gene effects) were considerable higher than the general combining abilities estimates (additive gene effects) which in turn were also highly significant for the characters, yield/plant, days to flowering, days to maturity, plant height and plant width.

Both specific combining abilities and general combining abilities estimates were highly significant for characters such as number of fruit /plant, average fruit weight, fruit length, fruit width, fruit shape index and number of locules/fruit. For the fruit characters, the estimates of heritability in the narrow sense were 0.00%, 57.93%, 78.41%, 91.48%, 75.40%, 72.82% and 53.71% for yield/plant, number of

fruits/plant, average fruit weight, fruit length, fruit width, fruit shape index and number of locules/fruit, respectively.

For the plant characters, the estimates of heritability in the narrow sense were 10.56%, 47.06%, 2.92% and 0.00% for days to flowering, days to maturity, plant height and plant width, respectively.

A positive correlation was found between yield/plant and number of fruits/plant, and yield/plant was correlated with plant height. Yield/plant was negatively correlated with average fruit weight and days to flowering. The number of fruits/plant was negatively correlated with average fruit weight.

In general the genotypic estimates were somewhat larger than the phenotypic values. This finding indicates that in many instances the expression of a genetic relationship in the phenotype was masked to some extent by environmental effects.

In as much as non-additive effects are important in yield/plant, day to flowering, days to maturity, plant height and plant width a program exploiting heterosis should prove effective in improving these characters.

A program designed for simultaneous improvement for both additive and non-additive gene action

should provide improvement in number of fruit /plant, average fruit weight, fruit lenght, fruit width, fruit index and number of locules/fruit. Either reciprocal recurrent selection or reciprocal full-sib selection are designed to accomplish this type of simultaneous improvement within populations.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* é originário da América tropical e possui uma grande variabilidade distribuída através de uma ampla zona geográfica. Compreende cinco espécies domesticadas (*C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens*) e aproximadamente 30 espécies selvagens (PICKERSGILL, 1969b; ESHBAUGH, 1980).

No gênero *Capsicum*, apresentam-se duas importantes culturas olerícolas, denominadas de pimentas e pimentões. Os pimentões caracterizam-se por apresentar frutos bem mais desenvolvidos em relação às pimentas, sem pungência e são consumidos na forma de salada ou cozidos. As pimentas caracterizam-se por apresentar os frutos pequenos, com pungência e são utilizadas como condimento.

A maioria das variedades comerciais de pimentas e pimentões foram criadas a partir de *C. annum*, visando

resolver os problemas dos grandes produtores localizados nas regiões temperadas do mundo. Consequentemente, *C. annuum* é a espécie mais conhecida e explorada no gênero *Capsicum*.

As variedades de pimentas e pimentões para as regiões tropicais deverão ser moldeadas para as condições próprias de cultivo. No Brasil, a tendência é a exploração de plantas com porte alto e com período de colheita bastante prolongado, resistência ao vírus Y, *Phytophthora capsici*, *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria*, boa qualidade dos frutos e altos rendimentos. Para atingir esses propósitos, os melhoristas devem conhecer muito bem a variabilidade presente nas espécies domesticadas e selvagens do gênero para ser aproveitada nos programas de melhoramento.

A espécie *C. chinense* é provavelmente a espécie cultivada mais promissora levando em conta sua ampla adaptação às condições tropicais da América do Sul, especialmente a sua resistência às doenças. Encontra-se distribuída, desde o sul do Brasil até América Central. A zona de maior diversidade está localizada na Bacia Amazônica (PICKERSGILL, 1969b).

No Setor de Hortalças do Departamento de Genética da ESALQ/USP existe interesse para se desenvolver cultivares superiores de pimentão a partir de espécies diferentes a *C. annuum* ou baseados no aproveitamento simultâneo da variabilidade presente nas espécies domesticadas do gênero

Capsicum, especialmente *C. chinense*.

A maioria dos estudos genéticos sobre caracteres quantitativos no gênero *Capsicum* são incompletos e somente relacionados com a espécie *C. annuum*. A literatura não apresenta resultados de pesquisas relacionados com a genética das outras espécies domesticadas.

Diante da falta de informações sobre a genética de caracteres de fruto e planta de *C. chinense*, o presente estudo visou elucidá-los, e contribuir com subsídios para trabalhos de melhoramento com esta espécie. A presente pesquisa teve como objetivo principal avaliar as propriedades genéticas de uma população dialélica através da estimação de:

- a. tipos principais de ações gênicas responsáveis pelos caracteres de fruto e planta;
- b. herdabilidade no sentido amplo e restrito para os caracteres considerados e
- c. correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres considerados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância das estimativas genéticas

Para os caracteres quantitativos, em geral muito influenciados pelo ambiente, é necessário conhecer quanto da variabilidade fenotípica é herdável e quais os tipos principais de ações gênicas envolvidas, para permitir escolher os procedimentos a serem adotados num programa de melhoramento.

O coeficiente de herdabilidade no sentido restrito é considerado um dos parâmetros genéticos mais importaⁿtes para os caracteres quantitativos, por indicar a proporção da variância fenotípica que é atribuída ao efeito médio dos genes e também pelo seu papel preditivo, por expressar a confiança do valor fenotípico como guia para selecionar um valor genético (FALCONER, 1964). Já o coeficiente de herdabilidade no sentido amplo, superestima o valor genético, através da seleção do valor fenotípico, quando a variância

genética não aditiva está presente (ALLARD, 1971).

O conhecimento do tipo de ação gênica que governa um dado caráter torna-se importante na medida em que define o genótipo ideal em termos de expressão máxima deste caráter. Em caso de ação gênica aditiva ou dominante o melhor genótipo será um homozigoto. No caso de ação gênica de tipo sobredominante, o melhor genótipo, será um heterozigoto. No caso de epistase, torna-se importante a identificação de segregantes transgressivos. A ocorrência de heterose permite descartar a hipótese de ação gênica estritamente aditiva, desde que sua causa possa ser apontada como o resultado de i. dominância parcial ou completa, i.. sobredominância, ou i... epistase (MOLL e STUBER, 1974).

As correlações entre caracteres são importantes, pois em geral, o objetivo é melhorar cultivares para um conjunto de caracteres simultaneamente (VENCOVSKY, 1978). A variação correlacionada de dois caracteres pode ser devida a causas genéticas similares ou a uma resposta similar a influências ambientais. Se as correlações genéticas são altas, é possível selecionar para um dos caracteres através da seleção do caráter associado. Isto seria particularmente vantajoso quando um dos caracteres possuisse alto valor econômico mas baixa herdabilidade quando compara à herdabilidade do caráter associado.

2.2. Utilização da metodologia de Griffing na estimação de componentes de variância e parâmetros genéticos

Na estimação de componentes de variância e parâmetros genéticos, muitas vezes são utilizados sistemas apropriados de cruzamentos e os experimentos não têm finalidade de seleção mas simplesmente de avaliação das propriedades genéticas das populações (MIRANDA FILHO, 1978).

Os cruzamentos dialélicos são os sistemas de cruzamentos mais utilizados atualmente no estudo do controle genético dos caracteres quantitativos das plantas.

O termo cruzamento dialélico vem sendo usado de maneira bastante geral, aplicado não só quando se inter-cruzam linhagens puras (GRIFFING, 1956 e HAYMAN, 1954a e b), ou indivíduos de uma população, mas também quando se inter-cruzam linhagens com qualquer grau de endogamia (KEMPTHORNE e CURNOW, 1961) ou mesmo variedades (GARDNER e EBERHART, 1966).

A metodologia de GRIFFING (1956) foi desenvolvida para avaliar as capacidades geral e específica de combinação das linhagens em cruzamentos dialélicos. A partir das capacidades de combinação pode-se determinar as variâncias aditiva e não aditiva.

GRIFFING (1956) considera quatro diferentes sistemas de cruzamentos dialélicos juntamente com duas supo-

sições alternativas com a consideração da natureza da amostragem do material experimental:

- a. Método experimental 1: são incluídas as linhagens parentais, um grupo de híbridos F_1 e seus recíprocos.
- b. Método experimental 2: são incluídas as linhagens parentais e um grupo de híbridos F_1 , faltando seus recíprocos.
- c. Método experimental 3: é incluído um grupo de híbridos F_1 e seus recíprocos, faltando as linhagens parentais.
- d. Método experimental 4: é incluído apenas um grupo de híbridos F_1 , faltando tanto seus recíprocos como as linhagens parentais.

Com relação à amostragem, GRIFFING (1956) faz a distinção entre:

- a. **Modelo 1 (fixo):** as linhagens parentais são deliberadamente escolhidas e não podem ser consideradas como uma amostra ao acaso de alguma população. O material experimental constitui a totalidade da população a respeito da qual podem ser feitas conclusões válidas. Os objetivos são a comparação das capacidades de combinação dos pais quando os próprios são usados como testadores e a identificação das combinações de mais alta produção. Assim, o maior interesse é estimar os efeitos da capacidade de com
binação e em obter erros padrões apropriados para as difere

renças entre efeitos. Para se proceder aos testes é necessário se admitir somente que o erro e_{ijkl} é distribuído normalmente e independente, com média zero e variância σ_e^2 .

b. Modelo 2 (aleatório): as linhagens paternas são consideradas como sendo uma amostra ao acaso de alguma população, e que as conclusões não são feitas sobre as linhagens individuais da amostra, mas sobre os parâmetros da população paterna. O maior interesse é estimar os componentes genéticos e ambientais da variância da população; para isso deve-se supor que os efeitos no modelo (exceto a média) têm distribuição normal e independente com média zero e variância conhecida.

GRIFFING (1953) usou pela primeira vez o método 2, modelo 2 na estimação de componentes genéticos e ambientais da variância de uma população dialélica formada por seis linhagens de tomate e seus híbridos F_1 . As linhas parentais foram escolhidas em base as suas grande diferenças genotípicas para a maioria dos caracteres e dessa maneira facilitar a análise genética. As estimativas obtidas foram válidas para essa população formada pelas linhagens parentais e seus híbridos F_1 , onde a maioria dos genótipos estão aparentados. O material experimental foi uma amostragem ao acaso dessa população.

A metodologia de Griffing tem sido amplamente utilizada na espécie *C. annuum* para o conhecimento do controle genético dos caracteres (GILL *et alii*, 1973; LIPPERT, 1975; MARIN e LIPPERT, 1975; GILL *et alii*, 1977; THAKUR *et alii*, 1980; SINGH e SINGH, 1982; MILKOVA, 1982; VENKATA RAO e CHHONKAR, 1982a; VENKATA RAO e CHHONKAR, 1982b; GÓMEZ e CUARTERO, 1982; GÓMEZ e CUARTERO, 1983; VENKATA RAO *et alii*, 1983; GUPTA e YADAV, 1984) e na espécie *C. frutescens* (VENKATA RAO e CHHONKAR, 1981).

2.3. Origem e variabilidade da espécie *Capsicum chinense* Jacq.

O gênero *Capsicum* é originário da América Tropical, tanto que não era conhecida na Europa até sua introdução por Colombo, na Espanha, em sua viagem de retorno em 1493. Nesta época, sua importância era como um condimento que poderia substituir a pimenta do reino (*Piper nigrum*), iguaria que vinha se tornando escassa nas Índias (CASALI e COUTO, 1984).

No gênero *Capsicum*, reconhecem-se cinco espécies como cultivadas: *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum* e *C. pubescens*. Dentre essas, apenas *C. pubescens* não é cultivada no Brasil. Todas as cinco possuem espécies selvagens afins, como as quais apresentam possibilidade

de permuta de genes. Num estudo envolvendo onze espécies, concluiu-se que nenhuma delas está isolada das demais, que, é possível o cruzamento entre os dois grupos de espécies (flor branca e flor roxa) e que, utilizando-se de espécies como pontes nos cruzamentos, os gens podem ser transferidos a qualquer uma (IBPGR SECRETARIAT, 1983).

A espécie *C. chinense* é originária da América do Sul, e no Peru é conhecido o seu mais antigo registro arqueológico (1.200 a.C.). A diversidade maior de *C. chinense* existe na Bacia Amazônica, e nesta região as coletas precisam ser feitas com urgência, em razão da erosão genética que está ocorrendo. Nesta espécie, são conhecidas as pimentas "De Cheiro", "Bode" e "Murici" (PICKERSGILL, 1966).

Apresenta uma variabilidade enorme dos caracteres vegetativos, florais e fruto. No Departamento de Genética da ESALQ, em ensaios preliminares, foi comprovada a sua resistência às principais doenças da cultura de pimenta e pimentão, especialmente vírus Y, *Phytophthora capsici* e *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria*.

As flores de *C. chinense* se apresentam em número de duas a cinco por nó (raramente solitárias). O pedicelo pode estar ereto, pendente ou inclinado na antese, porém, a maioria é pendente. A corola é branca ou branco-esverdeada com lóbulos retos que não dobram nem possuem manchas na base. O cálice tipicamente apresenta uma constrição na junção com o pedicelo. Os dentes do cálice podem ser bem pronunciados (maioria) ou não. O fruto apresenta polpa firme. A semente possui cor de palha e frequentemente é irregularmente enrugada, com bordos salientes e ondulados (CASALI e COUTO, 1984).

A espécie *C. chinense* pode ser cruzada com várias espécies do gênero *Capsicum*. Quando cruzada com *C. frutescens* apresenta híbridos com alta ou média fertilidade. Quando cruzada com *C. baccatum* como progenitor masculino pode resultar num híbrido com fertilidade baixa. Quanto cruzada com *C. annuum* var. *annuum*, os híbridos apresentam fertilidade baixa e quando cruzada com *C. annuum* var. *minimum*, os híbridos apresentam alta fertilidade. No entanto, a viabilidade do cruzamento entre duas espécies depende das populações utilizadas (PICKERSGILL, 1966).

A espécie *C. chinense* é uma espécie autógama com algum grau de alogamia (PICKERSGILL, 1966).

2.4. Estimativas de parâmetros genéticos no gênero *Capsicum*

Muito pouca informação existe na literatura sobre o controle genético dos caracteres em *C. chinense*, mostrando ser uma cultura pouco estudada, embora sua importância seja relativamente elevada em muitas regiões dos Andes da América do Sul e no Brasil (PICKERSGILL, 1980). A literatura só apresenta alguns resultados sobre o controle genético dos caracteres na espécie correlata *C. annuum*.

Com relação as ações gênicas principais, responsáveis pelos caracteres quantitativos em *C. annuum*, notam-se resultados um pouco discordantes na literatura, devido possivelmente às diferenças inerentes ao material genético amostrado, interações das ações gênicas com os diver-

os fatores ambientais, metodologias e precisão experimental.

Alguns resultados mostram a prevalência da ação gênica aditiva, outros mostram a prevalência da ação gênica não aditiva e finalmente outros mostram a prevalência simultânea das duas: ação gênica aditiva e não aditiva, no controle genético dos caracteres.

GILL *et alii* (1973), estudaram a capacidade de combinação num dialélico 6 x 6 em pimentão (*C. annuum* var. *grossum* Sendt). As variâncias de c.g.c. e c.e.c. foram significativas para os caracteres rendimento, número de frutos por planta, tamanho do fruto, dias à floração e precocidade na produção, mostrando a importância da variância aditiva e da variância dominante.

LIPPERT (1975), estudou alguns componentes do rendimento em pimenta (*C. annuum*) utilizando um cruzamento dialélico 9 x 9. Encontrou que os efeitos da capacidade geral de combinação foram mais importantes que os efeitos da capacidade específica de combinação para explicar a variabilidade do número de frutos por planta, peso seco dos frutos

por planta, comprimento e largura dos frutos e teor de carotenóides.

KHALF-ALLAH *et alii* (1975a) analisaram um diallelo 6 x 6 em pimentão e concluíram que ação gênica não aditiva estava envolvida em alto grau na herança dos caracteres produção total e precoce, número e peso de frutos, embora pequena ação gênica aditiva tenha sido detectada. Estes resultados sugerem que um programa de melhoramento visando obtenção de híbridos F_1 é a melhor alternativa para o aproveitamento das cultivares fixadas usadas neste experimento.

KHALF-ALLAH *et alii* (1975b) estudaram o comportamento de quatro cultivares de pimentão, 6 híbridos F_1 e F_2 e os respectivos retrocruzamentos para ambos os paternos, num total de 28 tratamentos. Os resultados mostraram que os três tipos de ação gênica (aditiva, dominância e epistasia) contribuíram para a variabilidade genética das quatro características estudadas: produção total, produção precoce, peso de frutos e número de frutos por planta. Mostraram ainda que o efeito genético de dominância contribuiu mais para a variância genética de produção total, produção precoce e número de frutos do que os efeitos aditivos. Em todos os casos, a estimativa do parâmetro de dominância foi positiva e relativamente alta em magnitude, quando comparada com a estimativa do parâmetro de aditividade.

Embora o efeito de parâmetro de aditividade tenha sido de pouca importância para produção total, produção precoce e número de frutos, significantes valores de aditividade foi encontrado em alguns cruzamentos, o que sugere a possibilidade de sucesso na seleção e melhoramento.

SILVETTI e GIOVANELLI (1976) analisando os resultados de um cruzamento dialélico entre seis cultivares de pimentão, incluindo paternais, F_1 , F_2 e híbridos recíprocos, concluíram que: a. existe significativa variância genética aditiva para as características avaliadas, número de dias para a antese da segunda flor, número médio de frutos por planta, produção média por planta, peso médio de frutos, formato do fruto, diâmetro polar, diâmetro equatorial e área do fruto; b. variância de dominância também estão presentes em todas as características avaliadas, exceto para área do fruto, embora existam desvios da dominância, e que existe assimetria na distribuição dos loci gênicos afetando a maioria dos caracteres; c. sobredominância está presente em produção média por planta e existe dominância completa para o caráter número de dias para a antese da segunda flor, enquanto os demais caracteres apresentam efeitos de dominância parcial; d. epistasia foi detectada para número médio de frutos por planta, peso médio de frutos, formato do fruto, diâmetros polar e equatorial e área do fruto.

SINGH e SINGH (1977) analisaram a herança dos caracteres rendimento dos frutos, número de frutos por planta e peso médio do fruto em pimenta (*C. annuum*) utilizando gerações segregantes de dois cruzamentos. Encontraram que os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes quando comparados com os efeitos não aditivos para os caracteres estudados.

DIKII *et alii* (1981) estudaram o controle genético do caráter peso médio do fruto em pimenta (*C. annuum*). Encontraram que esse caráter foi controlado principalmente por genes com ação aditiva.

SINGH e SINGH (1982), analisaram os componentes do rendimento em pimenta (*C. annuum*) utilizando um cruzamento dialélico 8 x 8. Os resultados revelaram que os efeitos aditivos foram mais importantes quando comparados com os efeitos não aditivos para todos os caracteres estudados, exceto para o número de frutos por planta e o rendimento por planta.

VENKATA RAO e CHHONKAR (1982a) estudaram os componentes da variância genética dos caracteres rendimento de frutos secos, número de frutos por planta, número de sementes por fruto e teor de óleo em pimenta (*C. annuum*). Os resultados mostraram que os efeitos não aditivos foram bem

maiores quando comparados com os efeitos aditivos, para todos os caracteres estudados; embora tenham sido encontradas diferenças significativas para cada um dos efeitos.

THAKUR *et alii* (1980), apresentaram os resultados de um cruzamento dialélico entre 6 variedades de pimentão (*C. annuum*). O tamanho do fruto foi determinado pela ação gênica aditiva, o número de dias à floração pela ação gênica dominante e o número de frutos por planta, porte da planta e a produção total pela ação gênica sobredominante. Os efeitos aditivos e não aditivos determinaram a precocidade do rencimento.

VENKATA RAO *et alii* (1983) estudaram alguns caracteres quantitativos em pimenta (*C. annuum*) utilizando um cruzamento dialélico 10 x 10. Encontraram que a c.g.c. foi significativa para os caracteres rendimento e tamanho de fruto; para os caracteres número de frutos por planta e dias para o início da floração, os efeitos da c.e.c. foram significativos.

NAZEER AHMED *et alii* (1982a) estudaram a herança dos caracteres precocidade, número de sementes por fruto, peso médio do fruto e porte da planta em pimenta (*C. annuum*) utilizando a metodologia dos retrocruzamentos. As estimativas dos efeitos gênicos mostraram que os efeitos aditivos e não aditivos foram importantes na expressão da precocidade da frutificação e porte da planta. Nos caracteres núme

ro de semente e peso médio do fruto, os efeitos aditivos foram os mais importantes.

MILKOVA (1982) estudou o controle genético de 14 caracteres quantitativos em pimenta (*C. annuum*) utilizando cruzamentos dialélicos. Os resultados mostraram que a c.g.c. e c.e.c. foram significativas para todos os caracteres estudados, exceto para o número de folhas por planta, indicando que os efeitos aditivos e não aditivos foram importantes na expressão desses caracteres.

Os valores de herdabilidade no sentido amplo, apresentados pela literatura, são muito semelhantes quanto a sua magnitude, para a maioria dos caracteres estudados. Coeficientes de herdabilidade no sentido restrito dos caracteres quantitativos de *C. annuum*, são muito escassos.

LEGG e LIPPERT (1976) estimaram a herdabilidade para alguns caracteres relacionados com o rendimento e a qualidade do fruto na pimenta (*C. annuum*). Os coeficientes de herdabilidade no sentido amplo foram respectivamente de 73,35%, 77,24%, 74,44%, 67,49%, 77,18% e 82,35% para o rendimento de fruto seco por planta, número de frutos por planta, peso médio do fruto, porte da planta, matéria seca nos frutos e teor de carotenoides nos frutos.

GUPTA e YADAV (1984) estudaram a herdabilidade para alguns caracteres relacionados com o rendimento e

qualidade dos frutos em pimenta (*C. annuum*). Os coeficientes de herdabilidade no sentido amplo foram respectivamente de 89,24%, 96,70%, 95,16%, 55,58%, 95,84% e 98,28% para o rendimento de frutos secos por planta, número de frutos por planta, peso médio do fruto, porte da planta, teor de capsaicina e teor de vitamina C.

DUTA *et alii* (1979), ELANGO VAN *et alii* (1981) e VENKATA e CHHONKAR (1981) obtiveram elevados coeficientes de herdabilidade no sentido amplo para os caracteres relacionados com o rendimento de frutos por planta e a qualidade dos frutos.

SINGH e SINGH (1977) estudaram a herança de alguns caracteres quantitativos em pimenta (*C. annuum*). Os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito foram respectivamente de 39,74%, 84,34%, 20,21%, 95,86%, 0,00% e 88,27%, para o rendimento por planta, número de frutos por planta, comprimento do fruto, dias à maturação, dias à floração e porte da planta.

SILVETTI e GIOVANELLI (1976) encontraram em pimentão uma considerável diferença nas estimativas da herdabilidade no sentido amplo e restrito, principalmente porque as estimativas no sentido amplo foram altamente condicionadas por efeitos não aditivos e altamente significativos efeitos de dominância e epistasia. A herdabilidade no sentido amplo foi alta para número de dias para o florescimento (0,99), número médio de frutos por planta (0,99), produção por planta (0,99), peso médio de frutos (0,93), formato do fruto (0,99), diâmetro polar (0,98), diâmetro equatorial (0,94) e área foliar (0,96). A herdabilidade no sentido restrito foi baixa ($\leq 0,03$) para as três primeiras e alta ($> 0,70$) para as cinco últimas características citadas anteriormente.

THAKUR *et alii* (1980) encontraram baixa herdabilidade para peso médio de frutos, produção total e produção precoce em pimentão.

Os diversos resultados sobre correlações genéticas em *C. annuum* e *C. frutescens* mostram as seguintes tendências:

- a. O rendimento está associado positiva e significativamente com o número de frutos por planta;
- b. O rendimento está associado negativamente, mas não significativamente, com o peso médio do fruto;

- c. o número de frutos por planta está associado negativamente, mas não significativamente, com o peso médio do fruto;
- d. o rendimento está associado negativamente com a precocidade da floração.

GILL *et alii* (1977) verificaram uma associação positiva e significativa entre o número de frutos por planta com o rendimento (0,709), em *C. annuum*; sugerindo que a seleção para alto rendimento em pimentão deve ser baseada no número de frutos por planta porque os 50% da variabilidade do rendimento explica-se pelo número de frutos. Além disso, encontraram associações negativas, porém não significativas, entre o rendimento com o tamanho do fruto (-0,144) e entre o rendimento com os dias à floração (-0,032).

RAMANA *et alii* (1981) encontraram uma associação positiva e significativa entre o rendimento com o porte da planta (0,326) e entre o rendimento com o número de frutos por planta (1,000). Encontraram associações negativas e significativas entre o rendimento com a precocidade da floração (-0,832) e entre o rendimento com a precocidade da maturação (-0,842).

LEGG e LIPPERT (1966) mostraram que o rendimento está associado positivamente com o número de frutos

(0,875) e negativamente com o peso médio do fruto (-0,346), em *C. annuum*. O número de frutos por planta está associado negativamente com o peso médio do fruto (-0,747).

Betlach, citado por PEARSON (1983) encontrou que o rendimento depende principalmente do número de frutos por planta interagindo com o peso médio do fruto.

VENKATA e CHHONKAR (1981) verificaram que o rendimento está associado positiva e significativamente com o número de frutos por planta (0,662) em *C. frutescens*. Entre o número de frutos por planta e o peso médio do fruto encontraram uma associação negativa, porém não significativa (-0,562).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material experimental

O material experimental do presente trabalho constituiu-se uma amostragem tirada ao acaso de uma população dialélica de *C. chinense* Jacq. por cinco linhagens parentais e todas suas progênies híbridas F_1 , sem incluir os recíprocos.

Os parentais são linhagens não selecionadas do Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH) do Departamento de Genética da ESALQ/USP e foram escolhidas em base a suas grandes diferenças genotípicas para a maioria dos caracteres estudados, como apresentados na Tabela 1. A partir desses parentais formou-se a população dialélica.

TABELA 1. Principais características das linhagens parentais utilizadas no dialélico do presente trabalho. Piracicaba, SP, 1986.

Linhagem parental		Características					
BGH*	Neste trabalho	Produção p/planta (g)	Nº de frutos por planta	Peso médio do fruto (g)	Dias para o início da floração	Porte da planta (cm)	Pun gen cia
66	1	934,94	47,25	20,16	81,52	88,50	Sim
13	2	386,88	69,81	5,56	84,14	93,94	Sim
26	3	1026,63	254,88	3,97	80,53	91,13	Sim
49	4	1134,94	399,19	2,87	77,45	86,50	Sim
6	5	1025,31	410,50	2,50	68,34	102,75	Sim

* Número de registro dado à introdução no Banco de Germoplasma de Hortalças (BGH) do Departamento de Genética da ESALQ/USP.

Em resumo, o material experimental esteve constituído por cinco parentais não seleccionados e os dez híbridos F_1 possíveis entre esses parentais.

3.2. Métodos

O presente estudo, é parte integrante do projeto "Produção de cultivares superiores de pimentão baseados na espécie *C. chinense*", do Setor de Hortaliças do Departamento de Genética da ESALQ/USP. O referido projeto está na sua etapa inicial.

3.2.1. Produção das sementes híbridas F_1

Para a produção das sementes híbridas F_1 , foram utilizadas seis plantas de cada parental. As plantas foram cultivadas em vasos de cerâmica de 3 kg, em condições de campo, durante o mês de agosto do ano de 1984 até o mês de fevereiro do ano de 1985. Foram feitos todos os cruzamentos possíveis, entre os cinco pais, sem incluir os recíprocos.

O pólen foi colhido de modo como foi feito em beringela por IKUTA (1961), de flores abertas nas primeiras horas do dia, utilizando-se do auxílio de um vibrador elétrico.

Para receber o pólen, foram escolhidos botões florais os quais foram emasculados com o auxílio de uma pinça, um dia antes da antese. A polinização foi feita logo em seguida, com uma mistura de pólen das seis plantas, utilizando-se o auxílio de uma colherzinha própria. As flores polinizadas foram etiquetadas com a indicação do cruzamento e a data.

Os frutos de cada cruzamento foram colhidos, separadamente, quando já maduros, o que se verificou com aproximadamente 45 dias após a polinização, tendo sido suas sementes retiradas e armazenadas no quarto frio.

3.2.2. Técnica experimental de campo

As sementes do material experimental foram semeadas em bandejas plásticas, no dia 15 de junho de 1985. O transplante foi feito para a área experimental do Setor de Hortaliças do Departamento de Genética da ESALQ/USP, no dia 02 de agosto de 1985.

A avaliação do material experimental foi feita usando um delineamento de blocos completos, ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de uma fileira de 8 plantas no espaçamento de 1,00 m entre fileiras e 0,50 m entre plantas na fileira. Este espaçamento dá uma

densidade de plantio de 20.000 plantas por hectare, aproximadamente. Como bordadura, utilizaram-se duas fileiras nas laterais do campo e um metro de fileira na cabeceira e no final de cada fileira, contendo os tratamentos.

Os tratos culturais utilizados durante o desenvolvimento das plantas foram os normais e usuais para a cultura de pimenta, seguindo o procedimento normal do programa de melhoramento de *Capsicum* do Departamento de Genética da ESALQ/USP.

3.2.3. Obtenção dos dados experimentais

Os dados experimentais foram tomados de quatro plantas individuais por parcela, utilizando a técnica da amostragem sistemática. A primeira ou segunda planta de cada parcela foi escolhida ao acaso e a partir da planta escolhida foram tomadas mais três plantas, em forma alternada.

- a. **Produção por planta:** representa o peso dos frutos maduros expresso em gramas e acumulado nas diferentes etapas de colheita. As colheitas foram feitas cada semana e durante dois meses.
- b. **Número de frutos por planta:** os frutos foram contados e acumulados nas diferentes etapas de colheita.

- c. **Peso médio do fruto:** é a relação entre a produção por planta e o número de frutos por planta.
- d. **Comprimento do fruto:** para se estimar o comprimento do fruto foram tomados cinco frutos ao acaso de cada planta, na primeira colheita. Foram tomadas as distâncias em cm entre os pontos mais extremos de cada fruto. Na análise foram utilizadas as médias destes cinco frutos.
- e. **Diâmetro do fruto:** utilizando a amostragem anterior, foram tomados os diâmetros em cm nas regiões maiores de cada fruto. Na análise foram utilizadas as médias dos cinco frutos.
- f. **Número de locos por fruto:** utilizando a mesma amostragem anterior, os frutos foram cortados no sentido transversal e feita a contagem dos locos de cada um. Na análise foram utilizadas as médias destes cinco frutos.
- g. **Índice de ~~formato~~ formato do fruto:** é a relação entre o comprimento e diâmetro do fruto.
- h. **Dias para o início da floração:** anotado a partir da data de transplante à abertura das primeiras cinco flores por planta. Na análise foram utilizadas as médias destas cinco flores.
- i. **Dias para o início da maturação:** anotado a partir da data de transplante à maturação dos primeiros cinco frutos por

planta. Na análise foram utilizadas as médias deste cinco frutos.

j. **Porte da planta:** foram tomadas as distâncias em cm do solo ao ponto mais alto; logo após o início da maturação.

k. **Diâmetro da copa da planta:** foram tomados os diâmetros em cm das copas das plantas no sentido transversal à fileira; logo após o início da maturação.

3.2.4. Análises estatístico-genéticas

As análises estatístico-genéticas foram feitas conforme o método 2, modelo 2, proposto por GRIFFING (1953), em tomate. No presente estudo, o método 2 inclui as cinco linhas parentais, com grandes diferenças genéticas e os dez híbridos F_1 , sem incluir seus recíprocos. Todos esses genótipos formaram a população dialélica, onde a maioria deles estão aparentados.

O modelo 2 supõe que o material experimental

é uma amostragem tirada ao acaso dessa população dialélica sobre a qual se quer tirar conclusões.

É preciso presumir que na população dialélica, a frequência gênica em cada locus é igual à média das frequências gênicas das cinco linhas parentais. Além disso, também é necessário supor ausência de epistase e ligação. To das as estimativas serão válidas somente para essa população dialélica específica.

3.2.4.1. Análise da variância

Para a análise da variância considerou-se o seguinte modelo matemático:

$$X_{ijkl} = u + v_{ij}^* + b_k + bv_{ijk} + e_{ijkl}$$

onde,

$i, j = 1, \dots, p$ (pais = 5)

$k = 1, \dots, b$ (blocos = 4)

$l = 1, \dots, c$ (plantas/parcela = 4)

X_{ijkl} = observação de ordem $ijkl$;

u - efeito da média da população;

v_{ij} - efeito do genótipo de ordem ij ;

b_k - efeito do bloco de ordem k ;

$(bv)_{ijk}$ = efeito da interação entre o genótipo de ordem ij e o bloco de ordem k ;

e_{ijkl} = efeito do meio no indivíduo de ordem $ijkl$.

* A dupla notação escrita no índice, é usada para o efeito do genótipo porque se deseja indicar a média genotípica na análise da capacidade de combinação como sendo X_{ij} , onde X_{ii} é a média para o pai de ordem i e X_{ij} é a média para o F_1 resultante do cruzamento entre os pais de ordem i e j .

O modelo matemático apresenta as seguintes su posições:

- a. o valor fenotípico X_{ijkl} está constituído pela somatória de efeitos independentes;
- b. os genótipos v_{ij} constituem uma amostra ao acaso de uma população com média zero e variância σ_v^2 ;

- c. as interações $(bv)_{ijk}$ constituem amostragens ao acaso tiradas de uma população com média zero e variância σ_{bv}^2 . Este componente inclui os erros de parcela mais as interações genótipos por ambiente.
- d. os conjuntos e_{ijkl} constituem amostragens ao acaso de uma população com média zero e variância σ_e^2 . Estes erros constituem as desviações das plantas a partir das médias das parcelas.

TABELA 2. Análise da variância em blocos ao acaso, ao nível de indivíduos, com as respectivas esperanças dos quadrados médios, para as suposições do modelo 2.

Fontes de variação	GL	QM	E(QM)
Genótipos (V)	(a-1)	QM_V	$\sigma_e^2 + c \sigma_{bv}^2 + bc \sigma_v^2$
Blocos (B)	(b-1)	QM_b	$\sigma_e^2 + c \sigma_{bv}^2 + ac \sigma_b^2$
V x B	(a-1)(b-1)	QM_{bv}	$\sigma_e^2 + c \sigma_{bv}^2$
Erro	ab(c-1)	QM_e	σ_e^2

A significância das fontes de variação, oriundas da decomposição da soma de quadrados de genótipos, foi avaliada pelo teste F:

$$F \left| (a-1), (a-1)(b-1) \right| = \frac{QM_v}{QM_{bv}}$$

Os componentes da variância foram estimados da seguinte forma:

$$\hat{\sigma}_e^2 = QM_e;$$

$$\hat{\sigma}_{bv}^2 = \frac{QM_{bv} - QM_e}{c};$$

$$\hat{\sigma}_b^2 = \frac{QM_b - QM_{bv}}{ac};$$

$$\hat{\sigma}_v^2 = \frac{QM_v - QM_{bv}}{bc}.$$

onde,

$\hat{\sigma}_e^2$ = variância ambiental entre plantas dentro de parcelas;

$\hat{\sigma}_{bv}^2$ = variância fenotípica entre parcelas;

$\hat{\sigma}_b^2$ = variância devida aos blocos;

$\hat{\sigma}_v^2$ = variância genética entre genótipos, ao nível de indivíduos.

A partir dos componentes da variância, estimou-se a herdabilidade no sentido amplo, ao nível de indivíduos (GRIFFING, 1953).

$$h_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_v^2}{\hat{\sigma}_v^2 + \hat{\sigma}_b^2 + \hat{\sigma}_{bv}^2 + \hat{\sigma}_e^2}$$

3.2.4.2. Análise da variância da capacidade de combinação

O modelo matemático para a análise da capacidade de combinação é o seguinte:

$$X_{ij} = u + g_i + g_j + s_{ij} + 1/b \sum_k b_k + 1/b \sum_k (bv)_{ijk} + 1/bc \sum_k \sum_l e_{ijkl}$$

onde, $i, j = 1, \dots, p$ (pais)
 $k = 1, \dots, b$ (blocos)
 $l = 1, \dots, c$ (plantas por parcela)

u = média da população;

g_i = efeito da capacidade geral de combinação (c.g.c.) do pai de ordem i ;

g_j = efeito da capacidade geral de combinação (c.g.c.) do pai de ordem j ;

s_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação (c.e.c.) do cruzamento entre os pais de ordem i e j ;

e_{ijkl} = efeito residual da ordem $ijkl$.

Todos os dados, exceto u , são aleatórios.

TABELA 3. Análise da variância da capacidade de combinação, baseada nos valores médios genotípicos, com as respectivas esperanças dos quadrados médios, para as suposições do modelo 2.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	E(QM)
c.g.c.	p-1	S_g	QM_g	$\sigma^2 + \sigma_s^2 + (p+2)\sigma_g^2$
c.e.c.	$p(p-1)/2$	S_s	QM_s	$\sigma^2 + \sigma_s^2$
Resíduo	$(v-1)(b-1)$	S_e	QM'_e	σ^2

As somas de quadrados para as estimativas dos efeitos de capacidade de combinação são:

$$S_g = \frac{1}{p+2} \left\{ \sum_i (x_{i.} + x_{ii})^2 - \frac{4}{p} x_{..}^2 \right\}$$

$$S_s = \sum_{i \leq j} \sum_{i \leq j} x_{ij}^2 - \frac{1}{p+2} \sum_i (x_{i.} + x_{ii})^2 + \frac{2}{(p+1)(p+2)} x_{..}^2$$

$$x_{i.} = \sum_j x_{ij} = x_{i1} + x_{i2} + x_{i3} + x_{i4} + x_{i5}$$

$$x_{ij} = x_{ji}$$

$$x_{..} = \sum_{i \leq j} \sum_{i \leq j} x_{ij} = x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{22} + \\ + x_{23} + \dots + x_{55}$$

Nessa análise a esperança do quadrado médio do resíduo é:

$$E(QM'_e) = \frac{1}{bc} (\sigma_e^2 + c\sigma_{bv}^2) = \sigma^2$$

Para testar-se as hipóteses relativas às diferentes fontes de variação, foram usados os seguintes quocientes F:

- Para se testar c.g.c. = 0, empregou-se

$$F|(p-1), p(p-1)/2| = \frac{QM_g}{QM_s} ;$$

- e para testar-se c.e.c. = 0, empregou-se

$$F|p(p-1)/2, (v-1)(b-1)| = \frac{QM_s}{QM'_e}$$

As componentes da variância foram estimadas da seguinte forma:

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}^2 &= QM'_e; \\ \hat{\sigma}_s^2 &= QM_s - QM'_e; \\ \hat{\sigma}_g^2 &= \frac{1}{p+2} |QM_g - QM_s|.\end{aligned}$$

onde,

$\hat{\sigma}^2$ = variância do resíduo;

$\hat{\sigma}_s^2$ = variância devida à capacidade específica de combinação;

$\hat{\sigma}_g^2$ = variância devida à capacidade geral de combinação.

As estimativas aproximadas das variâncias dos componentes da variância foram obtidas pelas seguintes fórmulas:

$$\text{var } (\hat{\sigma}_g^2) \approx \frac{2}{(p-1)(p+2)^2} (QM_g)^2 + \frac{4}{p(p-1)(p+2)^2} (QM_s)^2 ;$$

$$\text{var } (\hat{\sigma}_s^2) \approx \frac{4}{p(p-1)} (QM_s)^2 + \frac{2}{(v-1)(b-1)} (QM_e')^2 ;$$

$$\text{var } (\hat{\sigma}^2) \approx \frac{2}{(v-1)(b-1)} (QM_e')^2$$

Os erros padrões relativos às estimativas dos componentes da variância, são simplesmente a raiz quadrada destas variâncias (GRIFFING, 1956).

As variâncias genéticas aditivas e não aditivas da população foram estimadas por meio dos componentes da capacidade de combinação, da seguinte forma:

$$\hat{\sigma}_a^2 = 2 \hat{\sigma}_g^2$$

$$\hat{\sigma}_{n.a}^2 = \hat{\sigma}_s^2$$

onde,

$\hat{\sigma}_a^2$ = variância genética aditiva;

$\hat{\sigma}_{n.a}^2$ = variância genética não aditiva (GRIFFING, 1956).

A partir dos componentes da variância da capacidade de combinação, estimou-se a herdabilidade no sentido amplo ($\hat{h}_a^2$) e no sentido restrito ($\hat{h}_r^2$), baseada nos valores médios dos genótipos:

$$\hat{h}_a^2 = \frac{2\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_s^2}{2\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_s^2 + \hat{\sigma}_e^2} ;$$

$$\hat{h}_r^2 = \frac{2\hat{\sigma}_g^2}{2\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_s^2 + \hat{\sigma}_e^2}$$

3.2.4.3. Correlações genéticas e fenotípicas

Determinaram-se as correlações genéticas ($\hat{r}_v$) e fenotípicas ($\hat{r}_f$), ao nível de indivíduos, para alguns caracteres de fruto e planta.

Os coeficientes de correlação entre os caracteres x e y, foram estimados utilizando-se das metodologias descritas por FALCONER (1964) e QUEIROZ (1969) da seguinte forma:

$$\hat{r}_{v(x,y)} = \frac{\text{Cov}_v(x,y)}{\sqrt{(\hat{\sigma}_{v_x}^2)(\hat{\sigma}_{v_y}^2)}} ;$$

$$\hat{r}_{f(x,y)} = \frac{\text{Cov}_v(x,y) + \text{Cov}_b(x,y) + \text{Cov}_{bv}(x,y) + \text{Cov}_e(x,y)}{\sqrt{(\hat{\sigma}_{v_x}^2 + \hat{\sigma}_b^2 + \hat{\sigma}_{bv_x}^2 + \hat{\sigma}_e^2)(\hat{\sigma}_{v_y}^2 + \hat{\sigma}_b^2 + \hat{\sigma}_{bv_y}^2 + \hat{\sigma}_e^2)}}$$

onde;

$\hat{\sigma}_{v_x}^2$ e $\hat{\sigma}_{v_y}^2$ são as variâncias genéticas, obtidas através da análise da variância, ao nível de indivíduos, para x e y .

$Cov_v(x, y)$ é a covariância genética entre os caracteres X e y , obtida através da análise da covariância, ao nível de indivíduos.

$Cov_b(x, y)$ é a covariância devido a blocos entre os caracteres x e y , obtida através da análise de covariância, ao nível de indivíduos.

$Cov_{bv}(x, y)$ é a covariância devida à interação genótipos por blocos entre os caracteres x e y , ao nível de indivíduos.

$Cov_e(x, y)$ é a covariância ambiental entre plantas dentro de parcelas entre os caracteres x e y , ao nível de indivíduos.

A significância das $\hat{r}_F$ foi testada pelo teste t (STEEL e TORRIE, 1980). As análises de covariância entre os caracteres x e y foram feitas de acordo com a metodologia relatada por KEMPTHORNE (1957), em blocos ao acaso. O referido método consiste em fazer a análise da variância da Tabela 2, utilizando-se a soma dos caracteres x e y . O produto mé

dio entre os caracteres foi obtido para cada fonte de variação a partir do quadrado médio da soma dos caracteres e dos quadrados médios individuais de cada caráter, da seguinte forma:

$$PM_{(x,y)} = \frac{1}{2} (QM_{(x+y)} - QM_x - QM_y)$$

onde;

$PM_{(x,y)}$ = produto médio de $(x+y)$;

$QM_{(x+y)}$ = quadrado médio de $(x+y)$;

QM_x = quadrado médio para o caráter x ;

QM_y = quadrado médio para o caráter y .

TABELA 4. Análise da covariância, ao nível de indivíduos, no delineamento em blocos ao acaso, com as respectivas esperanças dos produtos médios, para as suposições do modelo 2.

F. de Variação	GL	PM	E (PM)		
Genótipos (V)	(a-1)	$PM_v(x,y)$	$Cov_e(x,y)$	$+ cCov_{bv}(x,y)$	$+ bcCov_v(x,y)$
Blocos (B)	(b-1)	$PM_b(x,y)$	$Cov_e(x,y)$	$+ cCov_{bv}(x,y)$	$+ acCov_b(x,y)$
V x B	(a-1)(b-1)	$PM_{bv}(x,y)$	$Cov_e(x,y)$	$+ cCov_{bv}(x,y)$	
Erro	ab(c-1)	$PM_e(x,y)$	$Cov_e(x,y)$		

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise preliminar dos valores médios observados dos caracteres de fruto e planta

Os valores médios observados dos caracteres de fruto e planta estão apresentados na Tabela 5.

Pode-se constatar que existe ampla variação entre os genótipos para a maioria dos caracteres estudados. Observa-se por exemplo que para a produção por planta, a amplitude de variação foi de 386,88 g a 2.194,81 g; para o número de frutos por planta, a amplitude de variação foi de 47,25 a 496,25; para o peso médio de fruto, a amplitude de variação foi de 2,50 g a 20,16 g. Entre as características da planta, o caráter dias para o início da floração teve uma amplitude de 65,86 a 84,14; e o caráter porte da planta teve uma amplitude de variação de 88,50 cm a 107,94 cm.

TABELA 5. Valores médios observados da produção por planta (A), número de frutos por planta (B), peso médio do fruto (C), comprimento do fruto (D), diâmetro do fruto (E), índice de formato (F), número de locos por fruto (G), dias para o início da floração (H), dias para o início da maturação (I), porte da planta (J) e diâmetro da copa da planta (K) de cinco linhagens parentais e respectivos F_1 's em cruzamentos dialélicos. Médias obtidas de quatro plantas individuais por parcela em quatro repetições. Piracicaba, SP, 1986.

Linhagens parentais e F_1 's	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	934,94	47,25	20,16	11,17	3,86	2,91	4,72	81,52	139,72	88,50	64,17
2	386,88	69,81	5,56	6,57	2,35	2,80	3,78	84,14	133,69	93,94	81,83
3	1.026,63	254,88	3,97	3,68	2,21	1,70	3,24	80,53	123,19	91,13	82,50
4	1.134,94	399,19	2,87	3,33	2,02	1,68	3,30	77,45	115,31	86,50	86,65
5	1.025,31	410,50	2,50	3,35	1,82	1,87	3,05	68,34	107,41	102,75	95,25
1 x 2	2.194,81	245,44	9,08	8,83	2,90	3,05	3,90	73,95	121,38	101,94	94,44
1 x 3	1.831,13	222,81	8,22	6,60	2,63	2,55	3,66	72,73	120,63	107,00	93,75
1 x 4	1.819,38	280,06	6,57	5,62	2,52	2,24	3,65	67,99	115,64	101,88	105,00
1 x 5	1.569,75	266,44	5,91	5,83	2,36	2,53	3,43	65,86	110,91	98,00	94,50
2 x 3	1.909,13	360,38	5,31	4,84	2,52	1,93	3,25	71,70	115,94	106,31	107,06
2 x 4	1.794,94	423,25	4,28	4,68	2,42	1,94	3,51	73,39	115,43	91,19	91,56
2 x 5	1.384,56	431,88	3,24	4,28	1,86	2,31	3,45	66,74	110,61	98,25	108,56
3 x 4	1.305,31	366,13	3,57	3,53	1,98	1,72	3,24	76,11	115,63	93,17	91,27
3 x 5	1.562,00	485,44	3,20	3,66	1,83	2,02	3,26	71,10	113,23	102,00	107,31
4 x 5	1.333,69	496,25	2,66	3,43	1,94	1,79	3,35	72,45	108,13	83,33	90,88

Existem evidências de heterose para a maioria dos caracteres especialmente para a produção por planta, número de frutos por planta, dias para o início da floração (precocidade), dias para o início da maturação (precocidade), porte da planta, diâmetro da copa da planta e índice de formato,

4.2. Análise da variância, ao nível de indivíduos, dos caracteres de fruto e planta

Os valores e respectivas significâncias dos quadrados médios e, coeficientes de variação da análise de variância, ao nível de indivíduos, dos caracteres de fruto e planta são apresentados na Tabela 6.

Os quadrados médios apresentaram diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade para a fonte de variação genótipos (linhagens parentais e F_1 's) para todos os caracteres de fruto e planta estudados. Estes resultados confirmam a considerável variação existente no material em estudo, que é essencial para se determinar as estimativas do controle genético desses caracteres.

Os coeficientes de variação entre parcelas, pa

TABELA 6. Valores e significâncias dos quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância, ao nível de indivíduos dos caracteres de fruto e planta de *C. chinense* Jacq., em uma população dialélica. Piracicaba, SP, 1986.

Fontes de Variação	GL	Caracteres										
		Produção por planta	Nº de frutos por planta	Peso médio do fruto	Comprimento do fruto	Diâmetro do fruto	Índice de formato	Nº de locus p/fruto	Dias p/ o início da floração	Dias p/ o início da maturação	Porte da planta	Diâmetro da copa da planta
Genótipos	14	3.504.769,800**	297.619,420**	316,390**	82,210**	4,516**	3,482**	2,610**	473,780**	1.290,010**	858,989**	2.188,590**
Blocos	3	1.039.475,300	48.603,020	4,110	0,750	-0,070	0,319	0,030	40,240	41,730	1.206,670	1.177,480
Genótipos x Blocos	42	278.893,920**	12.603,110**	2,490**	0,310**	0,097**	0,108**	0,110 ^{ns}	27,630**	32,630**	257,530**	426,060**
Erro	180	28.190,280	1.236,710	0,420	0,094	0,036	0,051	0,080	9,270	9,550	18,390	
Média		1.414,24	371,31	5,81	5,29	2,35	2,20	3,52	73,80	117,79	96,39	92,98
Coef. de Variação entre parcelas %		37,34	30,23	27,16	10,52	13,26	14,93	9,42	7,12	4,85	16,65	22,19
Coef. de Variação dentro de parcelas %		11,87	9,47	11,16	5,80	8,07	10,26	8,04	4,13	2,62	4,45	5,14

** = significativo ao nível de 1%, pelo teste F.
ns = não significativo ao nível de 1%, pelo teste F.

ra os caracteres de fruto, foram respectivamente de 37,34%, 30,23%, 27,16%, 10,52%, 13,26%, 14,93% e 9,42% para a produção por planta, número de frutos por planta, peso médio do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, índice do formato e número de locos por fruto.

Os coeficientes de variação entre parcelas, para os caracteres de planta, foram respectivamente de 7,12%, 4,85%, 16,65% e 22,19% para dias para o início da floração, dias para o início da maturação, porte da planta e diâmetro da copa da planta.

Os caracteres produção por planta, número de frutos por planta, peso médio de fruto e diâmetro da copa da planta apresentaram maior sensibilidade as influências das variações experimentais não controladas. A existência de diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade para a fonte de variação genótipos x blocos indica certo grau de heterogeneidade no solo onde foi desenvolvido o ensaio. Esta parece ser a principal causa na obtenção de coeficientes de variação relativamente elevados para alguns caracteres. Os caracteres número de locos por fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, índice de formato, dias para o início de floração, dias para o início da maturação e porte da planta apresentaram menores coeficientes de variação, evidenciando sua maior resistência às variações não controladas.

Os coeficientes de variação dentro de parcelas (variação ambiental) mostraram-se baixos para todos os caracteres de fruto e planta.

Os coeficientes de variação ambiental para os caracteres de fruto foram, respectivamente de 11,87%, 9,47%, 11,15%, 5,80%, 8,07%, 10,26% e 8,04% para produção por planta, número do fruto, diâmetro do fruto, índice de formato e número de locos por fruto.

Os coeficientes de variação ambiental para os caracteres de planta foram, respectivamente de 4,13%, 2,02%, 4,45% e 5,14% para dias para o início da floração, dias para o início da maturação, porte da planta e diâmetro da copa da planta.

Na Tabela 7 encontram-se as estimativas de componentes da variância de caracteres de fruto e planta, ao nível de indivíduos: a componente genética (σ_v^2), componente devida aos blocos (σ_b^2), componente devida à interação genótipos por blocos (σ_{bv}^2) e componente ambiental entre plantas dentro de parcelas (σ_e^2).

Observou-se que, para todos os caracteres estudados, exceto para o porte da planta, as estimativas genéticas apresentaram valores bem maiores quando comparadas com os valores das outras componentes da variância fenotípica total. Os valores relativamente elevados dessa componente,

TABELA 7. Estimativas de componentes da variância de caracteres de fruto e planta de *C. chinense* Jacq, ao nível de indivíduos, em uma população dialélica. Piracicaba, SP, 1986.

Caráter	Estimativas dos componentes da variância			
	σ_v^2	σ_b^2	σ_{bv}^2	σ_e^2
Produção por planta	201.617,240 (66,07%)	12.676,360 (4,15%)	62.675,910 (20,54%)	28.190,280 (9,24%)
Nº de frutos por planta	17.813,520 (79,20%)	599,990 (2,67%)	2.841,600 (12,63%)	1.236,710 (5,50%)
Peso médio do fruto	19,620 (95,29%)	0,030 (0,15%)	0,520 (2,53%)	0,420 (2,03%)
Comprimento do fruto	5,119 (97,06%)	0,007 (0,13%)	0,054 (1,02%)	0,094 (1,79%)
Diâmetro do fruto	0,276 (84,40%)	0,000 (0,00%)	0,015 (4,59%)	0,036 (11,01%)
Índice de formato	0,211 (75,36%)	0,004 (1,43%)	0,014 (5,00%)	0,051 (18,21%)
Nº de locos por fruto	0,156 (63,93%)	0,000 (0,00%)	0,008 (3,28%)	0,080 (32,79%)
Dias para o início da floração	27,880 (66,46%)	0,210 (0,50%)	4,590 (10,94%)	9,270 (22,10%)
Dias para o início da maturação	78,590 (83,55%)	0,152 (0,17%)	5,770 (6,13%)	9,550 (10,15%)
Porte da planta	37,590 (29,23%)	12,820 (9,97%)	59,790 (46,50%)	18,390 (14,30%)
Diâmetro da copa da planta	110,160 (44,72%)	12,520 (5,08%)	100,800 (40,92%)	22,880 (9,28%)

onde, σ_v^2 = variância genética, ao nível de indivíduos;

σ_b^2 = variância devido aos blocos;

σ_{bv}^2 = variância devido à interação genótipos por blocos;

σ_e^2 = variância ambiental entre plantas dentro de parcelas.

têm como causa principal, a grande variabilidade presente entre as linhagens parentais e os F_1 's utilizados.

As estimativas das componentes genéticas (σ_v^2), para os caracteres de fruto, foram respectivamente de 66,07%, 79,20%, 95,29%, 97,06%, 84,40%, 73,36% e 63,93% para a produção por planta, número de frutos por planta, peso médio do fruto, comprimento de fruto, diâmetro do fruto, índice de formato e número de locos por fruto.

As estimativas das componentes genéticas (σ_v^2), para os caracteres da planta, foram respectivamente de 66,46%, 83,55%, 29,33% e 44,72% para os dias para o início da floração, dias para o início da maturação, porte da planta e diâmetro da copa da planta.

Resultados semelhantes foram obtidos por LEGG e LIPPERT (1976), SING e SING (1977), DUTA *et alii* (1979), ELANGO VAN *et alii* (1981) e GUPTA e YADAV (1984) em *C. annuum* e por VENKATA e CHHONKAR (1981) em *C. frutescens*.

A literatura não apresenta resultados sobre estudos de variação em *C. chinense*, portanto as magnitudes das componentes genéticas do presente trabalho não puderam se comparar.

As estimativas das componentes genéticas realmente correspondem aos coeficientes de herdabilidade no sen-

tido amplo, ao nível de indivíduos, dos caracteres de fruto e planta.

Os coeficientes de herdabilidade no sentido am plo medem toda a variância genética (aditiva e não aditiva) existente dentro da variação fenotípica total; consequentemente essas estimativas são pouco utilizadas para decidir so bre a escolha do método do melhoramento mais adequado ou para definir o genótipo ideal em termos de expressão máxima de um dado caráter.

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo servem para caracterizar ou descrever po

populações em forma preliminar (BECKER, 1975) ou são muito úteis nos programas de melhoramento quando estão acompanhadas de altos ganhos genéticos devido à seleção (GUPTA e YADAV, 1984).

A estimativa genética atinge sua maior utilidade de nos programas de melhoramento quando se conhece a sua pro porção gênica aditiva e não aditiva.

4.3. Análise da capacidade de combinação, baseada nos va- lores médios dos genótipos

Os valores e significâncias dos quadrados mé-
dios da análise da variância da capacidade de combinação dos caracteres de fruto e planta são apresentados na Tabela 8.

TABELA 8. Valores e significâncias dos quadrados médios da análise da variância da capacidade de combinação, baseada nos valores médios dos genótipos, dos caracteres do fruto e planta de *C. chinense* Jacq., em uma população dialélica. Piracicaba, SP, 1986.

Fontes de Variação	GL	Caracteres									
		Produção por planta	Nº frutos por planta	Peso médio do fruto	Comprimento do fruto	Diâmetro do fruto	Índice de formato	Nº locos por fruto	Dias para início da floração	Dias para início da produção	Porte da planta
Capacidade geral de combinação	4	42750,00ns	46193,71**	55,09**	17,05**	0,87**	0,69**	0,48**	40,02ns	184,37ns	57,76ns
Capacidade específica de combinação	10	289613,40**	7564,61**	4,07**	0,37**	0,05**	0,03**	0,04**	26,11**	39,16**	52,05**
Resíduo	42	17431,41	787,69	0,16	0,02	0,006	0,007	0,007	1,73	2,04	16,10

** = significativo ao nível de 1%, pelo teste F.

ns = não significativo ao nível de 1%, pelo teste F.

Observou-se que as diferenças genéticas entre os genótipos, para os caracteres produção por planta, dias para o início da floração, dias para o início da maturação, porte da planta e diâmetro da copa da planta, foram explicadas significativamente pelos efeitos da capacidade específica de combinação (c.e.c.). A predominância dos efeitos genéticos não aditivos é devido possivelmente à grande diferença genética dos parentais usados na população dialélica (BURKER, 1963).

As diferenças genéticas entre os genótipos, para os caracteres número de frutos por planta, peso médio do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, índice de formato e número de locos por fruto, foram explicadas significativamente pelos efeitos simultâneos da capacidade geral de combinação (c.g.c.) e da capacidade específica de combinação (c.e.c.).

A capacidade geral de combinação mede a concentração de alelos favoráveis na população, e a capacidade específica de combinação mede o grau de complementação alélica dos genótipos na população. Assim, a capacidade geral de combinação depende da ação aditiva dos genes e a capacidade específica de combinação em grande parte, é dependente dos genes que exibem efeitos de dominância ou de epistase.

Whitehead (1962) citado por KAMBAL e WEBSTER

(1965) considera os efeitos da capacidade específica de combinação como responsáveis pelo fato de pais superiores originarem híbridos inferiores ou pais inferiores originarem híbridos superiores. Já nos casos onde, preponderantemente, pais superiores originam híbridos também superiores, a capacidade geral de combinação, é relativamente mais importante.

Na Tabela 9 são apresentadas as estimativas dos componentes da variância da capacidade de combinação e a magnitude dos erros padrões associados dos caracteres de fruto e planta.

Comparando-se os tamanhos relativos da variâncias devidas à capacidade geral de combinação ($\hat{\sigma}_g^2$) e das variâncias devidas à capacidade específica de combinação ($\hat{\sigma}_s^2$), com as variâncias residuais ($\hat{\sigma}^2$), pode-se notar valores relativamente baixos das variâncias residuais ao nível de médias genotípicas. Não obstante, maior precisão pode ser obtida aumentando-se o número de observações por cada média genotípica.

Os erros padrões associados às estimativas dos componentes da variância da capacidade de combinação apresentaram valores relativamente altos. Isto vem indicar a necessidade de se tomarem certos cuidados ao se utilizarem esses parâmetros. Um melhor controle das influências ambientais, como por exemplo, a repetição do ensaio em vários locais e

anos, pode contribuir para a obtenção de melhores estimativas de variâncias genéticas (VELLO e VENCovsky, 1974).

Na Tabela 10 apresentam-se as estimativas das variâncias genéticas aditivas (σ_a^2) e não aditiva ($\sigma_{n.a.}^2$) dos caracteres de fruto e planta, obtidas a partir dos componentes da variância da capacidade de combinação. Confirma-se novamente que, a variância genética não aditiva é o principal componente da variância genética dos caracteres produção por planta, dias para o início da floração, porte da planta e diâmetro da copa da planta. A variância genética aditiva foi mais importante na determinação dos caracteres número de frutos por planta, peso médio do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, índice de formato e número de locos por fruto. Para o caráter dias para o início da maturação, a variância genética aditiva é semelhante em magnitude à variância genética não aditiva; no entanto esse caráter não apresentou diferenças significativas para a capacidade geral de combinação na análise da variância (Tabela 8).

TABELA 9. Estimativas dos componentes da variância da capacidade de combinação baseadas nos valores médios genotípicos dos caracteres de fruto e planta de *C. chinense* Jacq., em uma população dialélica. Piracicaba, SP, 1986.

Caráter	Estimativas dos componentes da capacidade de combinação		
	σ_g^2	σ_s^2	σ^2
Produção por planta	0,000 ⁺	18.999,970	272.199,990 ⁺
Nº de frutos por planta	5.518,000 ⁺	4.691,230	6.776,920 ⁺
Peso médio do fruto	7,860 ⁺	5,970	3,910 ⁺
Comprimento do fruto	2,380 ⁺	1,720	0,350 ⁺
Diâmetro do fruto	0,120 ⁺	0,090	0,040 ⁺
Índice de formato	0,095 ⁺	0,069	0,019 ⁺
Nº de locos por fruto	0,064 ⁺	0,049	0,029 ⁺
Dias para o início da floração	1,990 ⁺	4,370	24,380 ⁺
Dias para o início da maturação	20,740 ⁺	18,790	37,110 ⁺
Porte da planta	0,820 ⁺	6,710	35,950 ⁺
Diâmetro da copa da planta	0,000 ⁺	14,460	121,540 ⁺

Onde: σ_g^2 = variância devida à capacidade geral de combinação;
 σ_s^2 = variância devida à capacidade específica de combinação;
 σ^2 = variância devida ao resíduo.

TABELA 10. Estimativas das variâncias genéticas aditivas e não aditivas, baseadas nos valores médios dos genótipos dos caracteres de fruto e planta de *C. chinense* Jacq, em uma população dialélica, Piracicaba, SP, 1986.

Caráter	Estimativas das variâncias genéticas aditivas e não aditivas	
	$\hat{\sigma}_a^2 = (2\hat{\sigma}_g^2)$	$\hat{\sigma}_{n.a}^2 = \hat{\sigma}_s^2$
Produção por planta	0,000	272.199,990
Nº de frutos por planta	11.036,880	6.776,920
Peso médio do fruto	15,720	3,910
Comprimento do fruto	4,760	0,350
Diâmetro do fruto	0,240	0,040
Índice de formato	0,190	0,019
Nº de locos por fruto	0,128	0,029
Dias para o início da floração	3,980	24,380
Dias para o início da maturação	41,480	37,480
Porte da planta	1,640	35,950
Diâmetro da copa da planta	0,000	121,54

onde: $\hat{\sigma}_a^2$ = variância genética aditiva

$\hat{\sigma}_{n.a}^2$ = variância genética não aditiva

THAKUR *et alii* (1980) apresentaram resultados semelhantes, porém em *C. annuum*: a produção por planta e o porte da planta foram explicados pelos efeitos da ação sobre dominantes; os dias para o início da floração pela ação dominante e o tamanho do fruto pela ação aditiva.

Outras pesquisas desenvolvidas em pimenta (*C. annuum*) revelam que as componentes aditivas e não aditivas determinam a maioria dos caracteres quantitativos. No entanto, parece que os efeitos aditivos foram mais importantes na determinação da produção por planta, número de frutos por planta e peso médio dos frutos (GILL *et alii*, 1973; LIPPERT, 1975; DIKII *et alii*; SINGH e SINGH, 1982).

As magnitudes das componentes aditivas e não aditivas do presente trabalho tampouco puderam se comparar porque a literatura não apresenta resultados em *C. chinense* Jacq..

Com base nos componentes da variância da capacidade de combinação, obtiveram-se as estimativas do coeficiente de herdabilidade no sentido amplo ($\hat{h}_a^2$) e restrito ($\hat{h}_r^2$) dos caracteres de fruto e planta (Tabela 11).

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo, baseadas nos valores médios genotípicos, foram maiores em magnitude quando comparadas com as estimativas de herdabilidade no sentido amplo obtidas a partir

TABELA 11 . Estimativas do coeficiente de herdabilidade, baseadas nos valores médios genotípicos, dos caracteres de fruto e planta de *C. chinense* Jacq, em uma população dialélica. Piracicaba, SP, 1986.

Caráter	$\hat{h}_a^2$ %	$\hat{h}_r^2$ %
Produção por planta	90,61	0,00
Nº de frutos por planta	93,51	57,93
Peso médio do fruto	97,91	78,41
Comprimento do fruto	98,20	91,48
Diâmetro do fruto	88,50	75,40
Índice de formato	80,45	72,82
Nº de locos por fruto	66,27	53,71
Dias para o início da floração	75,36	10,56
Dias para o início da maturação	89,17	47,06
Porte da planta	67,15	2,92
Diâmetro da copa da planta	84,16	0,00

onde: $\hat{h}_a^2$ = coeficiente de herdabilidade, no sentido amplo, obtido a partir dos componentes da análise da variância da capacidade de combinação ao nível de valores médios genotípicos.

$\hat{h}_r^2$ = coeficiente de herdabilidade, no sentido restrito, obtido a partir dos componentes da análise da variância da capacidade de combinação ao nível de valores médios genotípicos.

da análise da variância ao nível de indivíduos que estão apresentados na Tabela 7.

A magnitude dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito foi menor quando comparada com a magnitude dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo para todos os caracteres de fruto e planta, especialmente para a produção por planta, dias para o início da floração, dias para o início da maturação, porte da planta e diâmetro da copa da planta, como era esperado em vista da prevalência da variância genética não aditiva.

a. Herdabilidade da produção por planta

O coeficiente de herdabilidade no sentido restrito foi muito baixo, indicando que os efeitos não aditivos dos genes foram mais importantes no controle deste caráter. Diante da presença deste tipo de ação gênica mais c.g.c. não significativa, torna-se importante a exploração da heterose na procura de aumentar a produção por planta. Este fato, associado à relativa facilidade de se produzir as sementes híbridas F_1 de *C. chinense* e ainda ao pequeno gasto de sementes por unidade de área, permite admitir a possibilidade de se usar sementes F_1 , economicamente. Para o aproveitamento do vigor híbrido nesta hortaliça, o melhorista deve-se preocupar em identificar pares específicos de genitores dentro da população dialélica básica.

Segundo foi comprovado no campo, o uso de sementes híbridas F_1 permitiria a obtenção de um produto de melhor qualidade durante todas as etapas da colheita, mais uniforme e padronizado, e, por conseguinte, de melhor aspecto. Em hortaliças, a qualidade é tão ou mais importante do que a quantidade.

Outra vantagem dos híbridos F_1 's é a garantia que as firmas particulares teriam sobre o controle das novas cultivares híbridas F_1 , como se fosse uma patente sobre o material. Isto permite que as empresas privadas invistam no melhoramento de espécies autógamas e tenham garantia do retorno dos investimentos realizados, dada pelo próprio híbrido F_1 .

b. Herdabilidade do número de frutos por planta

Apresentou um coeficiente de herdabilidade no sentido restrito de 57,93%, mostrando que tanto os efeitos gênicos aditivos como os efeitos gênicos não aditivos foram importantes no controle deste caráter. Além disso, a variabilidade genética deste caráter, segundo a análise da variância da capacidade de combinação, é explicada significativa-

mente pela presença simultânea da c.g.c. e c.e.c. A seleção recorrente recíproca seria a melhor estratégia para tentar maximar a utilização dos efeitos gênicos aditivos e não aditivos (COMSTOCK *et alii*, 1948) e desta maneira aumentar o caráter número de frutos por planta.

A utilização da seleção recorrente recíproca em espécies autógamas é um pouco complexa quanto aos cruzamentos necessários. Mas, de acordo com KHADR e FREY (1965), não há nenhuma razão genética para excluir o uso da seleção recorrente em espécies de autofecundação. O principal obstáculo tem sido justamente a dificuldade de se fazer cruzamentos suficientes para promover a recombinação em cada ciclo, especialmente quando o número de sementes obtidas por cruzamento é muito baixo. Em *C. chinense*, este obstáculo seria pequeno devido ao fato de se produzir alto número de sementes por cruzamento.

c. Herdabilidade do peso médio do fruto

O coeficiente de herdabilidade no sentido restrito foi 78,41% indicando que os efeitos aditivos dos genes foram mais importantes no controle deste caráter. Mas, a variabilidade genética deste caráter foi explicada significativamente pela presença simultânea da c.g.c. e c.e.c., indicando que há possibilidade de se utilizar a seleção recorrente

recíproca para tentar aumentar o peso médio do fruto; no entanto, parece que a melhor estratégia para melhorar esse caráter seria o uso da seleção massal porque possivelmente daria maior progresso por unidade de tempo e do dinheiro investido.

d. Herdabilidade do comprimento do fruto

Apresentou um elevado coeficiente de herdabilidade no sentido restrito (91,48%). Mas a variabilidade gênica deste caráter, segundo a análise da variância da capacidade de combinação, foi explicada significativamente pela presença simultânea da c.g.c. e c.e.c.. Pode-se utilizar prioritariamente o método da seleção massal na procura de aumentar o comprimento do fruto; no entanto, não deveria esquecer-se que a seleção recorrente recíproca aproveita ao máximo os efeitos gênicos aditivos e não aditivos, simultaneamente.

e. Herdabilidade do diâmetro do fruto

O coeficiente de herdabilidade no sentido restrito foi 75,40% mostrando a maior importância dos efeitos gênicos aditivos na manifestação deste caráter. Mas, por outro lado, a variabilidade genética do diâmetro do fruto foi explicada significativamente pela presença simultânea da c.g.c. e c.e.c.; indicando que a seleção recorrente recípro-

ca seria uma das opções para tentar aumentar este caráter. A seleção massal seria a melhor estratégia para melhorar este caráter levando em conta o alto coeficiente de herdabilidade no sentido restrito.

f. Herdabilidade do caráter índice de formato

Apresentou um coeficiente de herdabilidade no sentido restrito de 72,8%, indicando uma maior contribuição dos efeitos gênicos aditivos na manifestação deste caráter. Mas, sua variabilidade genética foi explicada significativamente pela presença simultânea da c.g.c. e c.e.c. Para modificar este caráter seria recomendável utilizar prioritariamente a seleção massal e posteriormente tentar o uso da seleção recorrente recíproca.

g. Herdabilidade do número de locos por fruto

O coeficiente de herdabilidade no sentido restrito foi 53,71%, mostrando que tanto os efeitos gênicos não aditivos foram importantes no controle deste caráter. Para o aproveitamento simultâneo dos dois efeitos, deve-se utilizar a seleção recorrente recíproca, na procura de modificar este caráter.

h. Herdabilidade do caráter dias para o início da floração

Apresentou um baixo coeficiente de herdabilidade no sentido restrito de 10,56%, indicando uma maior contribuição dos efeitos gênicos não aditivos na manifestação deste caráter. Além disso, a variabilidade genética foi somente explicada pela presença da c.e.c.. A presença da alta c.e.c. na população estudada mostra que não se deve desprezar o uso de dialélicos no estudo de híbridos de *C. chinense* na procura de obter materiais precoces.

i. Herdabilidade do caráter dias para o início da maturação

Apresentou um coeficiente de herdabilidade no sentido restrito de 47,06%. A variabilidade genética deste caráter foi somente explicada pela presença da c.e.c.. No melhoramento deste caráter, a melhor estratégia seria o aproveitamento da heterose na geração híbrida F_1 .

j. Herdabilidade do porte da planta

O coeficiente de herdabilidade no sentido restrito foi 2,92% indicando que os efeitos gênicos não aditivos foram mais importantes no controle deste caráter. A variabilidade genética foi explicada somente pela presença da c.e.c.. No melhoramento deste caráter, deve-se aproveitar a

heterose dos híbridos F_1 .

k. Herdabilidade do diâmetro da copa da planta

Apresentou um coeficiente de herdabilidade no sentido restrito de zero. Além disso, a sua variabilidade genética foi somente explicada pela presença da c.e.c.. No melhoramento deste caráter também deve-se aproveitar o vigor híbrido das plantas F_1 .

Entretanto, as estimativas de herdabilidade não são estáveis, pois são dependentes da precisão com que a variância ambiental é estimada. Conforme SPRAGUE (1967), herdabilidades determinadas de diferentes populações submetidas a diferentes níveis de controle ambiental não podem ser comparadas diretamente. Consequentemente, é necessário ter um acúmulo de informações derivadas de diferentes pesquisas para traçar a tendência com que um determinado caráter pode ser influenciado pelo ambiente.

4.4. Correlações genéticas e fenotípicas para alguns pares de caracteres, ao nível de indivíduos

Nas Tabelas 12 e 13 encontram-se as estimativas dos coeficientes de correlação genética e fenotípica para alguns pares de caracteres de fruto e planta. Essas esti

TABELA 12. Estimativas de coeficiente de correlação genética e fenotípica entre a produção por planta e seus componentes primários, ao nível de indivíduos, em uma população dialélica de *C. chinense* Jacq. Piracicaba, SP, 1986.

	Produção por planta e Nº de frutos por planta	Produção por planta e Peso médio do fruto	Nº de frutos por planta e Peso médio do fruto
Coeficiente de cor relação genética ($\hat{r}_V$)	0,30**	-0,32**	-0,77**
Coeficiente de cor relação fenotípica ($\hat{r}_F$)	0,43**	-0,26**	-0,55**

** = indica diferença de zero, no nível de 1% de probabilidade, pelo teste t.

TABELA 13. Estimativas de coeficiente de correlação genética e fenotípica entre a produção por planta e alguns caracteres da planta, ao nível de indivíduos, em uma população dialélica de *C. chinense* Jacq. Piracicaba, SP, 1986.

	Produção por planta e Dias para a floração	Produção por planta e Porte da Planta	Dias para a floração e Porte da Planta
Coeficiente de cor- relação genética ($\hat{r}_V$)	-0,62**	0,57**	-0,57**
Coeficiente de cor- relação fenotípica ($\hat{r}_f$)	(a)	0,43**	-0,25**

(a) = valor obtido > 1 ; relacionado, possivelmente, a estimativas erradas devido a amostragem não satisfatória para um dos caracteres.

** = indica diferença de zero, no nível de 1% de probabilidade, pelo teste t.

mativas foram obtidas a partir dos componentes da análise da variância e covariância ao nível de indivíduos.

Considerando as correlações entre a produção por planta e seus componentes primários, observa-se que a fenotípica ($\hat{r}_f$) é positiva e significativa com o número de frutos por planta e negativa e significativa com o peso médio do fruto. Entre os componentes primários da produção, a correlação fenotípica foi negativa e significativa. As correlações genéticas ($\hat{r}_v$), de um modo geral, têm maiores magnitudes quando comparadas com as fenotípicas, mas conservam a mesma tendência das correlações fenotípicas. Nesta análise mostra-se que a seleção para um dos componentes primários da produção por planta, necessariamente afetará a outro componente da produção. Seleção para alto número de frutos por planta, geralmente resultará em frutos com peso médio pequeno. Por causa dessa correlação negativa entre o número de frutos por planta e peso médio do fruto, a seleção para maior produção por planta será difícil. Provavelmente, a melhor solução para aumentar a produção, no futuro imediato, será o uso da heterose.

Considerando as correlações entre a produção por planta e alguns caracteres da planta, observa-se que a fenotípica ($\hat{r}_f$) é positiva e significativa com o porte da planta. Com o caráter dias para o início da floração obteve-se um valor maior que um, relacionado, possivelmente, a es-

estimativas erradas devido a amostragem não satisfatória para um dos caracteres. As correlações genéticas ($\hat{r}_v$) mostram um valor alto e negativo para a produção por planta e dias para o início da floração. Em acordo com esses resultados, as plantas mais produtivas serão também as mais tardias; isto pode constituir uma dificuldade, quando se pretende obter materiais precoces. Também, plantas mais produtivas serão de grandes portes; isto pode favorecer o acamamento das plantas e reduzir até a produção.

4.5. Limitações na utilização das estimativas genéticas

Os resultados do presente trabalho podem ser utilizados nos programas de melhoramento de *C. chinense* levando em conta os seguintes fatos:

- a. As linhas parentais, usadas no presente estudo, não são consideradas uma amostragem ao acaso de linhagens selecionadas e conseqüentemente não podem ser utilizadas imediatamente nos programas de melhoramento. Nesta pesquisa, as linhagens parentais foram escolhidas em base as suas grandes diferenças genotípicas para formar a população dialélica e dessa maneira facilitar a análise genética.
- b. As estimativas obtidas a partir do presente trabalho se-

rão válidas para essa população formada pelas linhagens parentais e seus híbridos F_1 , onde a maioria dos genótipos estão aparentados. O material experimental foi uma amostragem ao acaso dessa população.

- c. Diferentes condições ambientais podem mudar os valores das estimativas do presente estudo.

5. CONCLUSÕES

1. No material experimental, utilizado no presente estudo, confirmou-se a considerável variação genética, para todos os caracteres de fruto e planta.
2. As diferenças genéticas, entre os genótipos, para os caracteres produção por planta, dias para o início da floração, dias para o início da maturação, porte da planta e diâmetro da copa da planta, foram explicadas principalmente pelos efeitos da capacidade específica de combinação (ação gênica não aditiva).
3. As diferenças genéticas, entre os genótipos, para os caracteres número de frutos por planta, peso médio do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, índice de formato e número de locos por fruto, foram explicadas pe-

los efeitos simultâneos da capacidade geral de combinação (ação gênica aditiva) e da capacidade específica de combinação (ação gênica não aditiva).

4. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, para os caracteres de fruto, foram respectivamente de 0,00%, 57,93%, 78,41%, 91,48%, 75,40%, 72,82% e 53,71% para a produção por planta, número de frutos por planta, peso médio do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, índice de formato e número de locos por fruto.
5. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito para os caracteres da planta, foram respectivamente de 10,56%, 47,06%, 2,92% e 0,00% para os dias para o início da floração, dias para o início da maturação, porte da planta e diâmetro da copa da planta.
6. A magnitude dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo foi bem maior quando comparada com a magnitude dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito para todos os caracteres de fruto e planta, especialmente para a produção por planta, dias para o início da floração, dias para o início da maturação, porte da planta e diâmetro da copa da planta, como era esperado em vista da prevalência da variância genética não aditiva.

7. A maior produção por planta apresentou uma correlação genética positiva (0,30) com o número de frutos por planta, e uma correlação genética negativa (-0,32) com o peso médio do fruto. Entre o número de frutos por planta e o peso médio do fruto, apresentou-se uma correlação genética negativa (-0,77). Por causa desta correlação, a seleção para maior produção por planta será difícil. As correlações fenotípicas foram significativas e apresentaram a mesma tendência das correlações genéticas.
8. A maior produção por planta apresentou uma correlação genética negativa (-0,62) com o caráter dias para o início da floração, e uma correlação genética positiva (0,57) com o porte da planta. Em acordo com esses resultados, as plantas mais produtivas serão também as mais tardias; isto pode constituir uma dificuldade, quando se pretende obter materiais precoces. Também, plantas mais produtivas serão de grandes portes; isto pode favorecer o acamamento das plantas e reduzir até a produção.
9. A melhor estratégia imediata para aumentar a produção por planta seria o aproveitamento da heterose nas plantas F_1 , levando em conta a presença dos efeitos gênicos não aditivos, o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito muito baixo e a correlação negativa entre seus componentes primários (número de frutos por planta e peso médio do fruto).

10. A seleção massal seria a melhor estratégia para tentar aumentar os caracteres peso médio do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto e índice de formato do fruto, tendo em vista os altos valores dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito. Para tentar aumentar os caracteres número de frutos por planta e número de locos por fruto, a seleção recorrente recíproca seria a melhor opção, levando em conta a presença significativa e simultânea da c.g.c. e c.e.c. na variação genética total desses caracteres.
11. A exploração comercial da heterose também pode ser recompensadora na procura de aumentar a precocidade da floração e maturação; ou aumentar o porte e o diâmetro da copa da planta.

6. LITERATURA CITADA

- ALLARD, R.W., 1971. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgard Blücher Ltda. 381 p. (tradução do idioma inglês para o português de A.Blumenschein , E. Paterniani, J.T.A. Gurgel e R. Vencovsky).
- BAKER, R.J., 1978. Issues in diallel analysis. *Crop Science*, 18: 533-536.
- BECKER, W.A., 1975. *Manual of quantitative genetics*. Washington, Washington State University, 166 p.
- BURKER, R.J., 1963. General and specific combining ability in Alfalfa. Lafayette, Indiana, Purdue University. (Tese de Doutorado).
- CASALI, V.W.D. e F.A.A. COUTO, 1984. Origem e botânica de *Capsicum*. *Informe Agropecuário*, 10(113): 8-10.

- COCKERHAM, C.C., 1963. Estimation of genetic variances. In: HANSON, W.D. e H.F. ROBINSON, eds. *Statistical genetics and plant breeding*. Publ. 982. Nat. Acad. Sci. - Nat. Res. Counc. Washington D.C., 53-93 p.
- COMSTOCK, R.E. e H.F. ROBINSON, 1948. The components of genetic variance in populations. *Biometrics*, 4: 254-266.
- DIKII, S.P. e V.S. ANIKEENKO, 1981. Inheritance of some economically useful characters in hot pepper hybrid obtained using male sterility. *Trudy po Prikladnoi Botanike Genetike i Selektzii*, 69(2): 22-28. In: Plant Breeding Abstracts, N° 1921. 1984.
- DUTA, M.; P.K. DASGUPTA; S.D. CHATTERJEE e M.K. MAJUMBER, 1974. Variability, interrelationships and path-coefficient analysis for some quantitative characters in chilli (*C. annuum* L.). *Indian Agric.*, 23(2): 95-102.
- ELANGO VAN, M.; I.R. SUTHANTHIRAPANDIAN e S. SAYED, 1981. Genetic variability in certain metric traits of *C. annuum* L. *South Indian Horticultural*, 29(4): 224-225.
- ESHBAUGH, W.H., 1980. The taxonomy of the genus *Capsicum* (Solanaceae). *Phytologia*, 47: 153-166.
- FALCONER, D.S., 1964. *Introduction to quantitative genetics*. 3.^a ed. New York, the Ronald Press Company. 365 p.

- GARDNER, C.O. e S.A. EBERHART, 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics*, 22: 439-452.
- GILL, H.S.; B.M. ASAWA; P.C. THAKUR e T.C. THAKUR, 1977. Correlation, path-coefficient and multiple-regression analysis in sweetpepper. *Indian J. Agric. Sci.*, 47(8): 408-410.
- GILL, H.S.; P.C. THAKUR e T.C. THAKUR, 1973. Combining ability in sweet-pepper (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* Sendt.). *Indian J. Agric. Sci.*, 43(10): 918-921.
- GOLDENBERG, J.B., 1967. Variancias y covariancias genéticas y ambientales de caracteres de interés agronómico en tomate. *Bol. Genet. Inst. Fitotec.* Castelar, Publicación técnica N° 377, p. 15-22.
- GÓMEZ, M.L. e J. CUARTERO, 1982. Method for G.C.A. evaluation. I. *Capsicum Newsletter*, 1: 33.
- GÓMEZ, M.L. e J. CUARTERO, 1983. Method for G.C.A. evaluation. *Capsicum Newsletter*, 2: 37.
- GRIFFING, B., 1953. Analysis of tomato yield components in terms of genotypic and environmental effects. Ames, Agricultural Experiment Station, Research Bulletin 397, p. 324-380.

- GRIFFING, B., 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.*, 9(4): 463-493.
- GUPTA, C.R. e R.D.S. YADAV, 1984. Genetic variability and path analysis in chilli (*C. annuum* L.). *Genetic. Agr.*, 38: 425-432.
- HAYMAN, B.I., 1954a. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39: 789-809.
- HAYMAN; B.I., 1954b. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, 10: 235-244.
- HAYMAN, B.I., 1960. The theory and analysis of diallel crosses III. *Genetics*, 45: 155-172.
- IBPGR SECRETARIAT, 1983. Genetic resources of *Capsicum*. Roma, FAO, 49 p.
- IKUTA, H., 1961. Vigor de híbrido na geração F_1 em beringela (*Solanum melongena* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 41 p. (Tese de Doutorado).
- KAMBAL, A.E. e O.U. WEBSTER, 1965. Estimate of general and specific combining ability in grain sorghum (*Sorghum vulgare* Pers.). *Crop Science*, 5: 521-526.

- KHADR, F.M. e K.J. FREY, 1965. Effectiveness of recurrent selection in oat breeding (Avena sativa L.). *Crop Science*, 5: 349-354.
- KHALF-ALLAH, A.M., Z.E. ABDEL-AL e A.A. GAD, 1975a. Combining ability in peppers (Capsicum annuum L.). *Egypt. J. Genet. Cytol.*, 4: 297-304.
- KHALF-ALLAH, A.M., Z.E. ABDEL-AL e A.A. GAD, 1975b. Inheritance and gene action for yield in peppers (Capsicum annuum L.). *Egypt. J. Genet. Cytol.*, 4: 287-295.
- KEMPTHORNE, O., 1957. *An introduction to genetic statistics*. New York, John Wiley and Sons, Inc., 545 p.
- KEMPTHORNE, O. e R.W. CURNOW; 1961. The partial diallel cross. *Biometrics*, 17: 229-250.
- LEGG, P.D. e L.F. LIPPERT, 1966. Estimate of genetic and environmental variability in a cross between two strains of pepper (C. annuum L.). *Am. Soc. Hort. Sci*, 89: 443-448.
- LIPPERT, L.F., 1975. Heterosis and combining ability in chilli peppers by diallel analysis. *Crop Science*, 15(3): 323-325.
- MARIN, O. e L.F. LIPPERT, 1975. Combining ability analysis of anatomical components of the dry fruit in chilli pepper. *Crop Science*, 15(3): 326-329.

- MATHER, K. e J.L. JINKS, 1971. *Biometrical Genetics*.
2ª ed. London, Chapman and Hall Ltda. 382 p.
- MILKOVA, L.I., 1982. Results from a study of quantitative characters in pepper. *Capsicum Newsletter*, 1: 26.
- MIRANDA FILHO, J.B., 1978. Princípios de experimentação e análise estatística. In: PATERNIANI, E., ed., *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Piracicaba, Fundação Cargill, p. 620-650.
- MOLL, R.H. e C.W. STUBER, 1974. Quantitative genetics - empirical results relevant to plant breeding. *Adv. in Agron.*, 26: 277-313.
- NAZEER AHMED, J. SINGH e D.S. VIRK, 1982a. Inheritance of some quantitative characters in chilli pepper (*Capsicum annuum* L.) II. Earliness, seed number, fruit weight and plant height. *Capsicum Newsletter*, 1: 31.
- NAZEER AHMED, J. SINGH e K.L. BAJAJ, 1982b. Genetics of capsaicin content in chilli pepper (*Capsicum annuum* L.). *Capsicum Newsletter*, 1: 32.
- PEARSON, O.H., 1983. Heterosis in vegetable crops. In: FRANKEL, O. ed. *Heterosis*. New York, Springer-Verlag, p. 174-178.

- PICKERSGILL, B., 1966. The variability and relationships of *Capsicum chinense* Jacq. Indiana University, 198 p. (Tese de Doutorado).
- PICKERSGILL, B., 1969b. The domestication of chilli peppers. In: UCKO, P.J. e G.M. DIMBLEBY, eds. *The domestication and exploitation of plants and animals*. Duckworth and Co., London, p. 443-450.
- PICKERSGILL, B., 1980. Some aspects of interspecific hybridization in *Capsicum*. Paper presented during the IV th. meeting of the Eucarpia *Capsicum* Working Group, 14-16 October 1980, Wageningen, Netherlands.
- QUEIROZ, M.A., 1969. Correlações genéticas e fenotípicas em progênies de meios irmãos de milho (*Zea mays* L.) e suas implicações com o melhoramento. Piracicaba, ESALQ/USP, 71 p. (Dissertação de Mestrado).
- RAMANA RAO, V.V.; B.G. JAISVANI e M. ASAWA, 1981. Factor analysis in chilli. *Indian J. Agric. Sci.*, 51(4): 225-228.
- SILVETTI, E. e G. GIOVANELLI, 1976. Diallel analysis of quantitative traits in *Capsicum annuum* L. *Genet. Agr.*, 30(3): 343-353.

- SINGH, A. e H.N. SINGH, 1977. Note on heritability, genetic advance and minimum number of genes in chilli. *Indian J. Agric. Sci.*, 47(5): 260-262.
- SINGH, A. e H.N. SINGH, 1982. Diallel analysis for yield and its contributing traits in chilli. *Crop Improvement*, 9(1): 65-68.
- SPRAGUE, G.F., 1967. Plant breeding. *Annual Review of Genetics*, 1: 269-244.
- STEEL, R.G.D. e J.H. TORRIE, 1960. *Principles and procedures of statistics*. New York, McGraw-Hill, 481 p.
- THAKUR, P.C.; H.S. GILL e P. BHAGCHANDINI, 1980. Diallel analysis of some quantitative traits in sweetpepper. *Indian J. Agric. Sci.*, 50(11): 811-817.
- VALLEJO CABRERA, F.A., 1984. Genética e Melhoramento de *Capsicum*. Piracicaba, ESALQ/USP. 61 p. (trabalho apresentado à disciplina Tópicos Especiais de Melhoramento).
- VALLEJO CABRERA, F.A., 1985. Genética de caracteres quantitativos relacionados com o rendimento e a qualidade do fruto em *Capsicum* sp. Piracicaba, ESALQ/USP, 33 p. (trabalho apresentado à disciplina Tópicos Especiais de Genética).

- VALLEJO CABRERA, F.A., 1985. Origem e evolução do gênero *Capsicum*. Piracicaba, ESALQ/USP. 62 p. (trabalho apresentado à disciplina Origem e Evolução das Espécies Cultivadas).
- VELLO, N.A., 1984. Estimação dos componentes da variância genética pelos métodos dos retrocruzamentos e das gerações sucessivas de autofecundação. Piracicaba, ESALQ/USP, 20 p.
- VELLO, N.A. e R. RENCOVSKY, 1974. Variâncias associadas às estimativas de variâncias genéticas e coeficientes de herdabilidade. Relatório Científico. Instituto de Genética, Piracicaba, 8: 238-248.
- VENCOVSKY, R., 1970. Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades. Piracicaba, ESALQ/USP, 59 p. (Tese de Livre Docência).
- VENCOVSKY, R., 1978. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E., ed. *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Piracicaba, Fundação Cargill, p. 122-201.
- VENKATA RAO, P. e V.S. CHHONKAR, 1981. Correlation and path-coefficient analysis in chilli. *Indian J. Agric. Sci.*, 51(12): 857-860.
- VENKATA RAO, P. e V.S. CHHONKAR, 1982a. Components of genetic variance for quantitative characters in chilli. *Capsicum Newsletter*, 1: 28.

VENKATA RAO, P. e V.S. CHHONKAR, 1982b. Heterosis for ascorbic acid content in chilli. *Capsicum Newsletter*, 1: 34.

VENKATA RAO, P. e V.S. CHHONKAR, 1983. Components of genetic variance for five quantitative characters in chilli. *South Indian Horticulture*, 31(1): 15-19.

ANEXOS

TABELA 14. Valores e significâncias dos produtos médios da análise de covariância para os pares de caracteres, ao nível de indivíduos, em uma população dialélica de *C. chinense* Jacq. Piracicaba, SP, 1986.

Fonte de variação	GL	Caracteres					
		Rendimento + Nº frutos/ planta	Rendimento + Peso médio do fruto	Nº de frutos por planta + Peso médio do fruto	Rendimento + Dias/flo- ração	Rendimento + Porte da planta	Dias para floração + Porte da planta
Genótipos	14	335205,09**	-645,80**	-7241,11**	-23780,64**	28159,81**	-305,63**
Blocos	3	188735,44	-802,91	-289,68	-4370,87	25260,87	-38,55
Genótipos x Blocos	42	48500,39	113,47	-3,36	-167,63	3021,30	-11,16
Erro	180	4051,08	-656,46	111,26	-6340,05	8,17	3,92

** = significativo ao nível de 1%, pelo teste F.

TABELA 15. Estimativa de componentes dos produtos médios, ao nível de indivíduos, para os pares de caracteres, em uma população dialélica de *C. chinense* Jacq. Piracicaba, SP, 1986.

Pares de caracteres	Estimativas de componentes dos produtos médios			
	$ij\sigma_v^2$	$ij\sigma_b^2$	$ij\sigma_{bv}^2$	$ij\sigma_e^2$
Rendimento e Nº de frutos por planta	17919,04	2337,25	11112,33	4051,08
Rendimento e Peso médio do fruto	-145,20	-37,36	194,05	-662,72
Nº de frutos por planta e Peso médio do fruto	-452,36	-4,77	-28,65	111,26
Rendimento e Dias para o início da floração	-1475,81	-70,05	-1626,92	-6340,05
Rendimento e Porte da planta	1571,16	370,66	753,28	8,17
Dias para o início da floração e Porte da planta	-18,40	-0,46	-3,77	3,92