ANÁLISE GENÉTICA DE UM CRUZAMENTO DIALÉLICO
EM PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.)

JOÃO EUSTÁQUIO CABRAL DE MIRANDA
Engenheiro Agrônomo

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 de 1987

M672a Miranda, João Eustáquio Cabral de.
Análise genética de um cruzamento dialélico em pimentão (*Capsicum annuum* L.). Piracicaba, 1987.
159p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Pimentão - Genética quantitativa. 2. Pimentão - Correlações. 3 - Pimentão - Heterose. I. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

CDD 635.643

ANÁLISE GENÉTICA DE UM CRUZAMENTO DIALELICO EM PIMENTÃO
(*Capsicum annuum* L.).

João Eustáquio Cabral de Miranda

Aprovada em 25.09.1987

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa	ESALQ/USP
Prof. Dr. Natal Antônio Vello	ESALQ/USP
Prof. Dr. Vicente Wagner Dias Casali	UFV
Prof. Dr. José Roberto Mõro	EMBRAPA/ESALQ/USP
Dr. Wilson Roberto Maluf	BIOPLANTA

Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa
Orientador

A meus pais, Lourdes e Miguel

A meus irmãos

A meu tio ZICO

Ofereço.

À minha esposa, Rosângela

Às minhas filhas, Cristina
e Fernanda,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP, que possibilitaram a realização do curso.

Aos Professores do Departamento de Genética-ESALQ/USP, pela acolhida e pelos valiosos ensinamentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Dr. Cyro Paulino da Costa, pela orientação eficiente, pela amizade e pelos ensinamentos.

Ao Doutor Wilson R. Maluf (BIOPLANTA), ao Doutor Francisco Zimmermann (CNPq/EMBRAPA) e ao Professor Cosme D. Cruz (UFV), pelo auxílio na realização das análises estatístico-genéticas e pelas sugestões.

Aos Senhores Alcides Martin e Antonio Cella, ao Técnico Agrícola Carlos G. dos Santos (estagiário) e aos demais funcionários do Departamento de Genética - ESALQ, pelo inestimável auxílio na realização deste trabalho.

Ao Professor Vicente W.D. Casali (UFV), pela cessão de três linhagens de pimentão do BGH/UFV.

Aos colegas de curso, pelo companheirismo.

A minha esposa, Rosângela, e às minhas filhas, Cristina e Fernanda, pelo apoio e estímulo constante.

A Senhora Míriam C.V. Gomide Lentini (UFV), pela correção do texto.

Ao Sr. Jorge Luiz Diorio pelos serviços de datilografia.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. O pimentão	04
2.2. Componentes da produção e qualidade	06
2.3. Heterose	08
2.3.1. Introdução	08
2.3.2. Heterose em pimentão	09
2.3.3. Dificuldades na obtenção do híbrido.	15
2.4. Ação gênica	18
2.5. Herdabilidade	23
2.6. Correlação entre caracteres	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1. Material experimental	32
3.2. Delineamento estatístico e detalhes experi- mentais	35
3.3. Avaliação dos caracteres estudados	37
3.4. Análise de variância	39
3.5. Estimativa dos coeficientes de correlação .	41
3.6. Heterose	44
3.7. Análise dialélica de Jinks-Hayman	44
3.8. Análise dialélica de Griffing	55
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1. Resumo da análise de variância	60
4.2. Avaliação dos parentais e híbridos e da he- terose	63

4.2.1. Produção de frutos - PTF e NTF	63
4.2.2. Produção precoce - PPPF e PPNF	67
4.2.3. Peso médio dos frutos - PMFA e PMRF ..	70
4.2.4. Tamanho do fruto - COMP e LARG	72
4.2.5. Relação entre comprimento e largura (RC/L) e número de lóculos por fruto (LOC)	75
4.2.6. Altura da planta (ALT) e número de dias para o florescimento (DF)	77
4.2.7. Avaliação geral dos parentais e híbridos	80
4.3. Correlações genotípica (r_G), fenotípica (r_F) e de ambiente (r_E)	82
4.4. Análise dialélica de Jinks-Haymann	91
4.4.1. Teste de suficiência do modelo genético	91
4.4.2. Produção total de frutos por planta (PTF)	93
4.4.3. Número total de frutos por planta (NTF)	96
4.4.4. Produção precoce - peso dos frutos (PPPF)	100
4.4.5. Produção precoce - número de frutos (PPNF)	103
4.4.6. Altura da planta (ALT)	106
4.4.7. Número de lóculos por fruto (LOC) ..	109
4.4.8. Estimativa da herdabilidade	111
4.5. Análise dialélica de Griffing	113
4.5.1. Efeitos da CGC	117
4.5.2. Efeitos da CEC	124
4.5.2.1. Efeitos $\hat{\sigma}_{ij}$	127
4.5.2.2. Efeitos $\hat{\sigma}_{ij}$	129

	Página
4.6. Sugestões para o melhoramento do pimentão ..	133
4.6.1. Uso de híbridos F ₁ e seleção recorren <u>te</u> para capacidade de combinação	133
4.6.2. Seleção recorrente fenotípica	137
5. CONCLUSÕES	145
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº		Página
01	Esquema da ANAVA para cada um dos caracteres avaliados	40
02	Esquema da análise de covariância e esperança dos produtos médios, para dois caracteres, X e Y	42
03	Meia tabela dialélica com as n cultivares parentais e n (n-1)/2 híbridos F1 (n=6)	46
04	Esquema da análise de variância para CGC e CEC, método 2, modelo misto B, e esperança dos quadrados médios	59
05	Valores e significância dos quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância, considerando a média da parcela, para os caracteres avaliados ...	61
06	Médias da produção total de frutos por planta (PTF) e do número total de frutos por planta (NTF), valores da heterose (% MP e % PS) e rendimento, em relação à cultivar-padrão (% CP)	64
07	Médias da produção precoce-peso dos frutos (PPPF) e da produção precoce-número de frutos (PPNF), valores da heterose (%MP e %PS) e rendimento, em relação à cultivar-padrão (%CP)	68

TABELA Nº

Página

08	Médias do peso médio dos frutos amostrados (PMFA) e do peso médio real dos frutos (PMRF), valores da heterose (%MP e %PS) e rendimento, em relação à cultivar-padrão (%CP)	71
09	Médias do comprimento (COMP) e da largura (LARG) dos frutos, valores da heterose (% MP e % PS) e rendimento, em relação à cultivar-padrão (% CP)	74
10	Médias da relação entre comprimento e largura do fruto (RC/L) e do número de lóculos por fruto (LOC), valores da heterose (% MP e % PS) e rendimento, em relação à cultivar-padrão (% CP)	76
11	Médias da altura da planta (ALT) e do número de dias para o florescimento (DF), valores da heterose (% MP e % PS) e rendimento, em relação à cultivar-padrão (%CP)	79
12	Estimativa dos coeficientes de correlação genotípica (r_G) entre os doze caracteres avaliados	83
13	Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F) entre os doze caracteres avaliados	84
14	Estimativa dos coeficientes de correlação de ambiente (r_E) entre os doze caracteres avaliados	85

TABELA Nº

Página

15	Resultados do teste de suficiência do <u>mo</u> delo genético (HAYMAN, 1954b)	92
16	Estimativa dos componentes de variação do dialelo (HAYMAN, 1954b) para PTF	94
17	Estimativa dos componentes de variação do dialelo (HAYMAN, 1954b) para NTF	98
18	Estimativa dos componentes de variação do dialelo (HAYMAN, 1954b) para PPPF ...	102
19	Estimativa dos componentes de variação do dialelo (HAYMAN, 1954b) para PPNF ...	105
20	Estimativa dos componentes de variação do dialelo (HAYMAN, 1954b) para ALT	108
21	Estimativa dos componentes de variação do dialelo (HAYMAN, 1954b) para LOC	110
22	Estimativa da herdabilidade, para vários caracteres de pimentão	112
23	Quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específi ca de combinação (CEC) e do erro e mē- dias dos quadrados dos efeitos, para doze caracteres de pimentão (Método 2, Mode- lo misto B; GRIFFING, 1956)	114

TABELA Nº

Página

24	Estimativa dos efeitos da capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$), para doze caracteres de seis cultivares de pimentão, e erros -padrão (EP) dos efeitos de dois parentais diferentes	118
25	Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$), para doze caracteres de pimentão, e erros-padrão (EP) dos efeitos de dois Fl's, com e sem parental comum e entre dois parentais	125

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº		Página
01	Relações teóricas entre W_i e V_i , para vários graus de dominância	54
02	Regressão de W_i em V_i para produção total de frutos por planta (PTF)	94
03	Regressão de W_i em V_i para número total de frutos por planta (NTF)	98
04	Regressão de W_i em V_i para produção precoce - peso dos frutos (PPPF)	102
05	Regressão de W_i em V_i para produção precoce - número de frutos (PPNF)	105
06	Regressão de W_i em V_i para altura da planta (ALT)	108
07	Regressão de W_i em V_i para número de lóculos por fruto (LOC)	110
08	Esquema do procedimento proposto para melhoramento de linhagem progenitora de híbridos de pimentão	136
09	Esquema da seleção recorrente fenotípica proposta para pimentão.....	143

ANÁLISE GENÉTICA DE UM CRUZAMENTO DIALÉLICO EM PIMENTÃO

(*Capsicum annuum* L.)

Autor: JOÃO EUSTÁQUIO CABRAL DE MIRANDA
Orientador: Prof. Dr. CYRO PAULINO DA COSTA

RESUMO

Este trabalho objetivou estimar a magnitude e a natureza dos parâmetros genéticos, a heterose dos híbridos F₁'s, os coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e de ambiente e a capacidade geral e específica de combinação em um cruzamento dialélico entre seis cultivares de pimentão, a saber: (1) Linhagem P-14-8 (UFV), (2) BGH 18, (3) BGH 3041, (4) Morrôn (5) Amarelo Italiano e (6) Agrônômico-10G. Obtiveram-se todos os 15 possíveis híbridos F₁ entre elas, sem recíprocos. Os 15 híbridos e os seis parentais foram testados em blocos casualizados completos, com seis repetições, no campo experimental do Departamento de Genética da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP, em 1985. As parcelas experimentais mediam 4,0 m², com 10 plantas no espaçamento de 0,80x0,50 m, tomando-se os dados em cinco plantas individuais/parcela. Foram avaliados os seguintes caracteres: produção total de frutos por planta (PTF), número total de frutos por planta (NTF), produção precoce-peso dos frutos (época de maturação, PPPF), produção precoce-número de frutos (PPNF), peso médio dos frutos amostrados (PMFA), peso médio real dos frutos (PMRF), comprimento do fruto (COMP), largura do fruto (LARG), relação entre comprimento e largura do fruto (RC/L), altura da planta (ALT), número de lóculos por fruto (LOC) e número de dias para o florescimento (DF). As análises estatístico - genéticas foram feitas mediante as metodologias de análise dialélica de JINKS-HAYMAN e de GRIFFING (método 2, modelo misto B).

As principais conclusões foram as seguintes:

1 - A análise de Jinks-Hayman revelou a maior importância da herança não-aditiva para PTF, PPPF e ALT, embora efeitos aditivos também estivessem presentes. A herança aditiva predominou nos caracteres NTF, PPNF e LOC. Não se detectou evidência de epistasia para esses caracteres. A sobredominância esteve presente nos caracteres PTF, PPPF e ALT, houve dominância incompleta em pequeno grau para NTF e PPNF, e ausência de dominância ou dominância incompleta em pequeno grau para LOC. Os alelos dominantes atuam no sentido de aumentar a magnitude dos caracteres PTF, PPPF, PPNF e ALT.

2 - A análise dialélica de GRIFFING (1956) mostrou a maior importância da capacidade geral de combinação (herança aditiva) para os caracteres PMFA, PMRF, RC/L, LOC, COMP e LARG. A capacidade específica de combinação (herança não-aditiva) foi mais importante para DF.

3 - De modo geral, a correlação de ambiente foi de pequena magnitude. As correlações fenotípica e genotípica foram de mesmo sinal, sendo a última ligeiramente maior em valor absoluto. O componente genético das correlações contribuiu mais do que os de ambiente nas correlações estudadas, e o fenótipo refletiu adequadamente o genótipo.

4 - A produção (PTF) apresentou correlação genotípica positiva com PPPF, PMFA, PMRF, COMP e RC/L. O número de frutos (NTF) apresentou correlação genotípica negativa com PMFA, LARG, LOC e DF. O peso médio do fruto (PMFA e PMRF) correlacionou-se positivamente com LARG e LOC e negativamente com ALT.

5 - Considerável heterose foi detectada para a produção (PTF), em valores variáveis de 7 a 54,7%; para NTF, de 3,5 a 30,8%; para PPPF, de 9,1 a 109,2%; e, para PMFA, de 9,3 a 52,9%. A exploração comercial do vigor híbrido é a melhor opção para o melhoramento do pimentão, a curto prazo. O uso de seleção recorrente seria outra alternativa para o melhoramento dessa espécie a médio/longo prazo.

GENETIC ANALYSIS OF A DIALLEL CROSS IN SWEET PEPPER (*Capsicum annuum* L.).

Author: JOÃO EUSTÁQUIO CABRAL DE MIRANDA

Adviser: Prof. Dr. CYRO PAULINO DA COSTA

SUMMARY

This paper reports on the estimation of the magnitude and nature of genetic parameters in peppers, on heterosis in F_1 hybrids, on environmental, genotypic and phenotypic correlations, and on general and specific combining ability in a diallel cross of six peppers cultivars: (1) Line P-14-8 (UFV); (2) BGH-18; (3) BGH 3041; (4) Morrôn; (5) Amarelo Italiano; (6) Agrônômico-10G. All 15 possible F_1 hybrids (reciprocals excluded) were tested, along with the six parental lines, in a randomized complete block design with six replications in the experimental field of the Genetics Department of the ESALQ/USP in Piracicaba-SP, in 1985. Each 10 plant plot measured 4.0 m^2 , in a spacing $0.80 \times 0.50 \text{ m}$. Data were taken on five individual plants per plot. The following traits were evaluated: total yield per plant (PTF), total number of fruit per plant (NTF), early yield/weight (PPPF), early yield/fruit number (PPNF), average weight per sampled fruit (PMFA), actual average weight per fruit (PMRF), fruit length (COMP), fruit width (LARG), length/width ratio (RC/L), plant height (ALT), number of locules per fruit (LOC), number of days to flowering (DF). The statistical-genetical analyses were performed with the methodologies of Jinks-Hayman and Griffing (method 2, mixed model B).

The main conclusions were:

1. Jinks-Hayman's analysis showed the relatively higher importance of non-additive over additive genetic effects for PTF, PPPF and ALT. Additive genetic

effects were primarily involved in NTF, PPNF and LOC. No evidence of epistasis for these traits was detected. Overdominance plays a role for PTF, PPPF and ALT; a small degree of incomplete dominance was detected for NTF and PPNF, whereas no dominance or incomplete dominance is the case for LOC. Dominant alleles show positive effects for PTF, PPPF, PPNF and ALT.

2. Griffing's (1956) analysis showed a relatively higher importance of general over specific combining ability (i.e., important additive genetic effects) for the traits PMFA, PMRF, RC/L, LOC, COMP and LARG. Specific combining ability was more important than general combining ability (i.e., important non-additive genetic effects) for DF.

3. Environmental correlations among traits were usually small in magnitude. Both phenotypic and genotypic correlations showed equal signs, the latter being slightly higher in absolute value. The genetic component of the correlations overcome the environmental component on the correlations studied, and the phenotypes reflected the genotypes adequately.

4. Positive genotypic correlations were found between PTF and: PPPF, PMFA, PMRF, COMP, and RC/L. NTF was negatively correlated to PMFA, LARG, LOC and DF. Average fruits weight (PMFA and PMRF) was positively correlated to LARG and LOC, and negatively correlated to ALT.

5. Considerable heterosis was detected for yield (PTF), (7 to 54.7%), for NTF (3.5 to 30.8%), for PPPF (9.1 to 109.2%) and for PMFA (9.3 to 52.9%). Commercial exploitation of hybrid vigour is the best short term strategy for sweet pepper breeding. Recurrent selection would seem to be a suitable medium/long term strategy.

1. INTRODUÇÃO

A utilização comercial de híbridos F1 de pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma maneira rápida e eficiente para aumentar a produção e melhorar a qualidade dos frutos, não descartando a possibilidade de se selecionar linhagens superiores em populações segregantes derivadas de progênes F2. Inúmeros países já cultivam híbridos F1 de pimentão há muitos anos, como o Japão, a Índia, os Estados Unidos, a Itália, a Bulgária e a Hungria. No Brasil são escassas as informações sobre combinações híbridas em pimentão, tendo sido realizados poucos trabalhos sobre o assunto (SCHRADER, 1953; IKUTA & VENCÓVSKY, 1970; IKUTA, 1971; BRAZ, 1982).

O melhoramento genético de pimentão foi realizado mais pelo Setor Público, como Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo - IAC, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ e Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças - CNPH. Os objetivos visam obter cultivares com frutos de melhor qualidade, boa produção, manter a resistência ao vírus Y e incorporar resistência a outros patógenos, como *Xanthomonas vesicatoria* pv. *campestris* e *Phytophthora capsici* (BRAZ, 1982; PÁDUA, 1983; NAGAI, 1983 e 1984b; MATSUOKA, 1984; KIMURA, 1984). Dentre as firmas particulares que se dedicam ao melhoramento de hortaliças, algumas desenvolvem programas de melhoramento de pimentão, visando basicamente maior produtividade e resistência a doenças.

Os programas de melhoramento de pimentão existentes no Brasil utilizam basicamente os métodos clássicos de melhoramento de plantas, como retrocruzamento e método genealógico (PÁDUA, 1983; KIMURA, 1984; NAGAI, 1968, 1983 e 1984b). Entretanto, a estratégia a ser adotada em um programa de melhoramento depende da análise genética dos caracteres quantitativos, principalmente dos relacionados com o rendimento e da qualidade e suas interações.

O conhecimento do tipo de ação gênica que condiciona a expressão de um caráter, da sua herdabilidade e variabilidade, é fundamental para a escolha adequada dos métodos de melhoramento. Conhecendo-se a herdabilidade e a variabilidade de um caráter, podem-se estimar ganhos por seleção. No caso de haver predominância de efeito gênico aditivo ou dominante, o mais recomendável é praticar algum tipo de seleção, visando obter uma nova cultivar; havendo sobredominância, o melhor é explorar o vigor de híbrido. No caso de epistasia, deve-se fazer seleção para explorar a segregação transgressiva.

É importante também o conhecimento da magnitude e natureza das correlações entre os diferentes caracteres, principalmente os relacionados com o rendimento e qualidade do fruto, visando facilitar os trabalhos de seleção, pois, geralmente, o melhorista está interessado em melhorar novas cultivares em vários caracteres simultaneamente.

A presença e a magnitude da heterose evidenciam qual é a perspectiva para a produção de cultivares híbridas. Além disso, o conhecimento do comportamento dos híbridos F_1 em relação às suas cultivares parentais permite ao melhorista escolher as melhores combinações genéticas para o caráter considerado.

São escassas as informações sobre componentes e parâmetros genéticos, capacidade geral e específica de combinação, heterose e correlação entre caracteres na espécie *C. annuum* L. envolvendo cultivares brasileiras.

Este trabalho teve como objetivos:

- a) estimar a magnitude e a natureza dos parâmetros genéticos em um cruzamento dialélico;
- b) estimar a heterose dos híbridos F_1 's;
- c) avaliar os progenitores e seus híbridos F_1 's, visando identificar cruzamentos promissores;
- d) estimar os coeficientes de correlação de ambiente, genotípica e fenotípica entre caracteres métricos relacionados com a produção de frutos e aspectos vegetativos;
- e) estimar a capacidade geral e específica de combinação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O PIMENTÃO

O gênero *Capsicum* é originário da América Tropical. Atualmente, as plantas desse gênero são cultivadas em regiões temperadas e tropicais. A variabilidade genética no gênero é ampla, com distribuição em vasta região geográfica, desde o Sul dos EUA, passando pelo México, América do Sul, regiões Amazônica e Andina, até a Bolívia, Argentina, Uruguai, Paraguai e Sul do Brasil (PICKERSGILL, 1969; HEISER Jr., 1979; McLEOD et alii, 1983; IBPGR, 1983; CASALI & COUTO, 1984).

Nesse gênero cinco espécies são aceitas como cultivadas: *C. annum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum* e *C. pubescens*, e apenas esta última não é cultivada no Brasil. Todas possuem espécies selvagens afins, com as quais apresentam possibilidade de troca de genes. Vinte e duas espécies selvagens são citadas e reconhecidas pelos especialistas no assunto (CASALI & COUTO, 1984). Esses autores reconhecem que é possível a existência de espécies selvagens ainda não descritas. Estudos sobre a possibilidade de cruzamento entre onze espécies cultivadas e selvagens mostrou a possibilidade de troca de genes, diretamente ou através de cruzamentos-ponte (IBPGR, 1983).

Todas as espécies cultivadas do gênero *Capsicum* são diplóides, com $2n = 24$ cromossomos, autocompatíveis,

e a autofecundação parece ser a regra geral (PICKERSGILL, 1969; HEISER Jr., 1979). Em *C. annuum*, a taxa de fecundação cruzada é variável, podendo ser tão baixa quanto 0,5%, atingir valores de 36% (CASALI et alii, 1984) ou mesmo chegar a mais de 50%, dependendo das condições de cultivo e da população de insetos polinizadores na região (POZO COMPODÔNICO, 1983).

No gênero *Capsicum*, a espécie *C. annuum* é a mais variável, a mais cultivada e de maior importância econômica. Distribui-se desde o Sul dos EUA, México e América Central até o Norte da América do Sul, sendo o México e a América Central o seu centro de maior diversidade (HEISER Jr., 1979; CASALI & COUTO, 1984). A domesticação da espécie ocorreu na América Central, provavelmente no México, onde achados arqueológicos datados de 7.000 anos a.C. indicam que os pimentões foram usados pelo ser humano antes mesmo do advento da agricultura (IPBGR, 1983; PICKERSGILL, 1969).

A espécie *C. annuum* compreende duas importantes culturas olerícolas - pimentão e pimenta. A diferença básica entre ambas é: a) os pimentões são de frutos grandes (40 a 150g), não apresentam pungência (são doces) e são consumidos "in natura", na forma de salada, cozidos ou recheados; b) as pimentas apresentam frutos pequenos (geralmente menores que 10g), são pungentes e são utilizadas como condimento. Entretanto, há cultivares de pimentão de frutos pequenos (15-20g) e pimentas de frutos maiores (30g), além de mutantes doces. As pimentas pertencem a várias espécies do gênero *Capsicum*. Além de *C. annuum*, citam-se *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum* e outras de menor importância econômica.

O pimentão está entre as principais culturas olerícolas do País, tanto em valor como em volume comercializado. Em São Paulo, o pimentão ocupou o sexto lugar entre

as hortaliças mais comercializadas na CEAGESP durante o mês de abril de 1985, segundo o Boletim Mensal da CEAGESP (1985), tendo sido superado pela batata, tomate, cebola, cenoura e grupo das abóboras.

O valor nutritivo do pimentão para consumo ao natural deve-se, em grande parte, à presença de vitaminas, especialmente a vitamina C, metabolicamente um constituinte essencial na nutrição humana, cujo teor pode chegar a 342mg/100g de peso seco (BRUNE et alii, 1966). O pimentão contém, ainda, outras vitaminas e minerais, como vitamina A, B₁, B₂, niacina, cálcio, fósforo e ferro (POBLETE, 1971; IBPGR, 1983).

A cultura se estende por inúmeras regiões do País, em diversas épocas, havendo um abastecimento quase contínuo do mercado. As cultivares em uso no Brasil, apresentam em comum resistência ao vírus Y (Vírus Y da Batata) que, em passado recente, constituía-se no principal fator limitante da cultura (NAGAI, 1968).

2.2. COMPONENTES DA PRODUÇÃO E QUALIDADE

A produção total e a qualidade dos frutos são caracteres complexos, resultantes da interação de vários fatores genéticos, entre si e com o ambiente, além dos aspectos fisiológicos. Em trabalhos de melhoramento é imprescindível o conhecimento dos principais componentes da produção e da qualidade, para que se aperfeiçoem os trabalhos de seleção de melhores genótipos.

O principal componente do rendimento em pimentão, para consumo ao natural, foi o número de frutos por planta, segundo trabalhos de GILL et alii (1973 e 1977). ROC-

CHETTA et alii (1976) concluíram que a produção dependeu fundamentalmente do peso médio dos frutos e do número de frutos por planta, embora outros caracteres também tenham influenciado a produção total de frutos.

O número de dias para o florescimento exerceu efeito direto e forte sobre a produção precoce (peso dos frutos) (GILL et alii, 1977), sendo este último um caráter muito importante em regiões temperadas. Segundo trabalho de GÓMEZ - GUILLAMÓN et alii (1983), a produção precoce explicou três quartos da variação observada na produção total, constituindo-se no principal componente da produção, principalmente em cultivares de frutos grandes.

Outros componentes da produção são: tamanho do fruto, número de ramificações por planta, altura da planta, comprimento e largura dos frutos, percentagem de matéria seca, peso seco do fruto, volume do sistema radicular, número de folhas e área de assimilação (GILL et alii, 1977; POPOVA & MIHAILOV, 1976).

Os principais componentes da qualidade são uniformidade, tamanho, formato e coloração dos frutos, espessura da polpa, além do teor de vitamina C e de minerais. Em geral, os comerciantes e os consumidores não valorizam cultivares com maiores teores de vitaminas ou minerais e, talvez por isso, normalmente esses caracteres não são avaliados em programas de melhoramento de plantas. O mercado brasileiro valoriza frutos firmes, lisos e grandes, de formato cônico e uniforme, polpa espessa, cor verde-escura, uniforme e persistente, começando a ter valor frutos vermelhos (maduros) e amarelos (CASALI et alii, 1984).

2.3. HETEROSE

2.3.1. INTRODUÇÃO

O fenômeno da heterose em plantas híbridas têm sido muito utilizado na agricultura e se constitui em eficiente recurso para o aumento da produtividade agrícola (PATERNIANI, 1974). O exemplo mais significativo do aproveitamento do vigor de híbridos é a cultura do milho (ALLARD, 1971).

Em geral, heterose é o termo utilizado para descrever o aumento em tamanho, vigor, crescimento, rendimento, etc., que se observa em híbridos. A heterose ocorre quando a média de qualquer caráter quantitativo é maior ou menor do que a média dos parentais, afetando caracteres isolados, e não o indivíduo como um todo.

A heterose é mensurada pela diferença entre os valores médios da geração F_1 e dos progenitores P_1 e P_2 , sendo o resultado expresso em percentagem, considerando o valor médio dos progenitores igual a 100. Entretanto, para fins práticos ou comerciais, a heterose é medida em relação ao progenitor superior (heterobeltiose) ou de maior importância econômica (heterose padrão) (PATERNIANI, 1974).

A heterose tem sua maior expressão em plantas alógamas. Em olericultura, ela é usada economicamente em cebola, repolho, couve-flor, brócolo, cenoura, pepino, melão, melancia e abóbora (PEARSON, 1983). Em plantas hortícolas autógamas também se tem verificado heterose, como em berinjela (IKUTA, 1961), jiló (CAMPOS, 1973), tomate (CHENG, 1972; MIRANDA, 1978) e pimentão (BETLACH, 1967; IKUTA & VENCOVSKY, 1970; IKUTA, 1971; PEARSON, 1983). No Brasil, há muitos anos, entre as hortaliças, explora-se comercialmente o vigor de híbridos em berinjela e couve-flor.

O vigor de híbridos é utilizado com vantagem quando a semente híbrida é produzida a preços relativamente baixos, a exemplo do milho e da berinjela, ou quando o produto comercial tem alto valor e o gasto com semente/área é baixo, como é o caso do tomate e do pimentão.

O uso de sementes híbridas F_1 permite a obtenção de um produto de melhor qualidade, mais uniforme e padronizado e, por conseguinte, de melhor aspecto. Em hortaliças, a qualidade é tão ou mais importante do que a quantidade. Em geral, os híbridos F_1 's apresentam homeostase, isto é, menor interação genótipo-ambiente, possibilitando maior adaptação e produção mais estável quando se variam anos e locais. PATERNIANI (1974) cita ainda outras vantagens advindas da exploração comercial da heterose.

Uma outra vantagem dos híbridos F_1 's é a garantia do controle que as firmas particulares tem das novas cultivares híbridas F_1 , como se fosse uma patente do material. Isso 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 .

2.3.2. HETEROSE EM PIMENTÃO

Segundo UZO (1984), a exploração comercial de híbridos F_1 é a melhor estratégia para aumentar a produção e melhorar a qualidade dos frutos de pimentão, não descartando a possibilidade de se selecionarem linhagens superiores em populações segregantes derivadas de progênes F_2 ou mesmo em retrocruzamentos. Segundo IKUTA & VENCOVSKY (1970) e IKUTA (1971), já foi verificado que o pimentão apresenta vigor híbrido. Estes autores concluíram ser possível pro-

duzir híbridos F₁ resistentes ao vírus Y e mais produtivos do que as cultivares utilizadas pelos produtores brasileiros.

POPOVA & MIHAILOVA (1984) ressaltam que, na Bulgária, já foi realizada vasta pesquisa sobre heterose em pimentão. A heterose é decorrente da menor queda de flores nos híbridos, levando à maior produção precoce e total. Também encontraram que a heterose em pimentão está ligada a número de sementes por fruto, peso de 1000 sementes e tamanho do embrião. Concluíram que o efeito da heterose se manifesta imediatamente após a fertilização e influencia a formação de sementes. Esses autores ressaltam o fato de que os híbridos de pimentão se adaptam mais rapidamente a condições desfavoráveis de cultivo e, por conseguinte, são mais aptos para os primeiros plantios no início da estação de cultivo nas regiões temperadas.

SCHRADER (1953) foi o primeiro a testar híbridos F₁ de pimentão no Brasil, encontrando heterose em apenas dois dos vários híbridos testados. O cruzamento 'Amarlo Gigante' x 'Doce Comprido' mostrou 32,6% de heterose para produção em relação à média dos parentais. Expressão de significativa heterose para produção (peso) de frutos por planta foi relatada por KHALF-ALLAH et alii (1975a,b), no Egito. Esses autores encontraram heterose de 30% a 80%. DIKIL et alii (1973), em pesquisa, encontraram heterose de 28% a 47% para peso de frutos por planta, e o maior nível ocorreu no cruzamento de parentais de diferentes grupos ecológicos, os quais divergiam no padrão de crescimento. BRAZ (1982), em Viçosa, MG, encontrou heterose de 7,4% a 30% em relação ao pai superior e de 19% a 35,4% em relação à média dos pais. A percentagem de rendimento, em relação à cultivar - padrão (CP), no caso a 'Agrônomo-10G', foi de 30% a 48,1% para peso total de frutos por hectare. CIRKEEV (1966) relatou um au-

mento de 14% na produção total do pimentão. PEARSON (1983) considerou que testes de campo em que se comparam híbridos F_1 com cultivares adaptadas, do mesmo tipo, mostram, geralmente, cerca de 35% de heterose para produção total. Vários outros autores relataram a ocorrência de significativa heterose para produção total do pimentão, como UZO (1984), POPOVA & MIHAÏLOV (1976), ROCCHETTA et alii (1976), SHIFRISS & RYLSKI (1973), IKUTA & VENCOVSKY (1970), este último trabalho realizado no Brasil.

Heterose para peso total de frutos é o resultado final da interação de vários componentes da produção. BETLACH (1967) encontrou que heterose para produção foi primariamente devida ao número de frutos por planta, interagindo positivamente com peso médio dos frutos. Raramente foi encontrado aumento na produção devido somente ao peso médio dos frutos. GILL et alii (1973) mostraram que mais de 50% da variabilidade na produção foi derivada do número de frutos por planta. ROCCHETTA et alii (1976) encontraram que a produção total (peso de frutos) dependeu fundamentalmente do número de frutos por planta e do peso médio destes.

Heterose para número de frutos por planta foi relatada por UZO (1984), ROCCHETTA et alii (1976), IKUTA (1971) e IKUTA & VENCOVSKY (1970). No Egito, KHALF-ALLAH et alii (1975b) encontraram significativa heterose para número de frutos por planta, com valores de 24% a 59% nos F_1 e ligeira queda nos F_2 . Esses autores não encontraram heterose para peso médio dos frutos, o que é explicado pelo fato de que frutos pequenos são parcialmente dominantes sobre frutos grandes (SAKAI, 1952).

BRAZ (1982) relatou heterose para número de frutos por hectare, variando de 5,6% a 21,6% em relação ao pai superior e de 6,3% a 25,7% em relação à média dos pais, e

rendimento de até 21% em relação à cultivar-padrão, 'Agrônômico-10G'. Essa pesquisadora encontrou heterose significativa para peso médio dos frutos, variando de 5,6% a 12,6% em relação à média dos pais, mas não encontrou heterose para peso médio dos frutos, em relação ao pai superior.

Heterose para altura da planta foi relatada por UZO (1984) e POPOVA & MIHAILOV (1976). Nos dois trabalhos de pesquisa, a heterose foi de 21% em relação ao progenitor mais alto. BRAZ (1982) relatou heterose positiva para altura da planta, entre 10% e 12%.

Com referência à precocidade, KHALF-ALLAH et alii (1975b) encontraram heterose de 25% a 100% em relação ao pai mais precoce. CIKLEEV (1966) relatou 108% de heterose para precocidade (época de maturação, fenótipo precoce).

Vários outros parâmetros mostraram heterose em pimentão. GIKALO (1970) relatou 100% de heterose para peso de raízes, o que, provavelmente, foi o resultado do crescimento mais rápido da planta, relacionado com a colheita precoce. Em seu trabalho, STUDENTSOVA (1973) encontrou maior área foliar nos híbridos, quando comparado aos seus progenitores, especialmente no começo do período de frutificação. POPOVA & MIHAILOV (1976) relataram significativa heterose para peso de 100 sementes, tamanho do embrião, área foliar, número médio de folhas por planta, peso de matéria seca da planta e volume do sistema radicular. O volume do sistema radicular foi positivamente correlacionado com o peso seco absoluto em combinações heteróticas parentais, mostrando que o vigor do sistema radicular foi também um importante componente para o grau de vigor manifestado pela planta. Esses autores concluíram que o vigor da planta, em combinações heteróticas, dependeu do modo de herança de grande número de caracteres quantitativos e que os estudos sobre o

modo de herança dos diferentes caracteres do pimentão têm grande importância no melhoramento, visando à obtenção de híbridos F_1 , porque possibilita a predição da heterose com base em métodos matemáticos.

BRAZ (1982), em Viçosa - MG, testou três progenitores do Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH) da UFV - BGH 18, BGH 2847 e Agrônômico-10G e os híbridos entre eles, inclusive recíprocos. Ela relatou heterose significativa para vários outros caracteres, além de peso e número de frutos, peso médio dos frutos e altura da planta, referidos anteriormente, a saber:

- a) comprimento médio do fruto - observou heterose de 7% a 17,9% em relação à média dos pais (MP), mas não encontrou heterose significativa em relação ao pai superior (PS);
- b) largura média do fruto - não houve heterose positiva em relação ao PS, mas pequena heterose em relação à MP, e todos os híbridos foram inferiores à cultivar-padrão (CP), que foi o Agrônômico-10G;
- c) índice de qualidade - heterose significativa em relação à MP, variando de 13% a 24,5%. Nesse parâmetro, a pesquisadora reduziu a produção verificada em várias classes a um único padrão. O rendimento em relação à cultivar-padrão, Agrônômico-10G, foi muito significativo, com variação de 51% a 105% a mais que a CP;
- d) número médio de lóculos por fruto - não se encontrou heterose positiva e significativa para esse parâmetro.

Quanto ao efeito de híbridos recíprocos, BRAZ (1982) não encontrou efeito materno para nenhum dos principais componentes da produção, nem mesmo para a produção de sementes por fruto.

Em Israel, país exportador de pimentão, foi

verificado que híbridos F_1 apresentaram melhor qualidade comercial, expressa em melhor qualidade, maior tamanho, maior uniformidade e padronização dos frutos. Apesar de os híbridos F_1 mostrarem apenas 9% de heterose para produção total, eles foram 75% de melhor qualidade para exportação e 198% melhores, considerando apenas as três primeiras colheitas (precocidade) e qualidade para exportação, segundo pesquisa de SHIFRISS & RYLSKI (1973). É importante considerar que, em hortaliças, a qualidade é tão ou mais importante do que a quantidade produzida. Outro fato é que o mercado consumidor torna-se cada vez mais exigente, e, às vezes, qualidade significa maior tamanho do fruto, maior uniformidade no formato e coloração, etc.

Há várias teorias genéticas para explicar o fenômeno da heterose, como discutido por JINKS (1983) e PATERNIANI (1974). Entretanto, parece claro que a sua manifestação depende da divergência genética entre as cultivares ou linhagens parentais (FALCONER, 1981), mas até certo ponto, quando passam a não mostrar vigor híbrido. IKUTA & VENCOSKY (1970) cruzaram entre si três cultivares comerciais de pimentão ('IKEDA', 'AVELAR' e 'TAKAHASHI') todas derivadas da cultivar Casca-Dura. Os híbridos F_1 não mostraram heterose, em razão de serem proximamente relacionados.

Nem todas as combinações híbridas exibem heterose. Isto pode ser esperado quando tipos relacionados geneticamente são hibridizados, podendo mesmo ocorrer com cultivares semelhantes, mas não proximamente relacionadas (DIKIL et alii, 1973). Pode ocorrer também ausência de manifestação de heterose para caracteres altamente desejáveis. Então, cuidado especial deve ser dado à escolha de cultivares divergentes, mas com características desejáveis. GILL et alii (1973), estudando um dialelo entre seis cultivares de pimentão, concluíram que a diversidade genética entre os parentais foi

diretamente proporcional à magnitude da heterose nos híbridos F_1 .

PEARSON (1983) ressaltou bem o fato de que uma modesta expressão da heterose em vários fatores que influenciam a produção total, tais como 10% para número de flores por planta e 10% de aumento no peso do fruto, resultou em 21% de heterose para produção.

2.3.3. DIFICULDADES NA OBTENÇÃO DO HÍBRIDO

Em geral, não se considerando uma espécie em particular, todos os países que adotaram o uso de híbridos têm uma agricultura adiantada. Antes da adoção dos híbridos, foram desenvolvidas, nesses países, dezenas ou mesmo centenas de cultivares de polinização aberta. A partir destas é que foram produzidos os híbridos. No Brasil, nas principais regiões produtoras de hortaliças já são empregadas modernas técnicas de produção. Entretanto, o número de cultivares das espécies hortícolas ainda é pequeno. No caso do pimentão, ocorre o agravante de que a maioria das cultivares existentes são aparentadas, com uma estreita base genética. Isso fica evidente quando se observa a genealogia das principais cultivares, dada por NAGAI (1971 e 1983) e SOUZA & CASALI (1984), além do trabalho de IKUTA & VENCovsky (1970). Essa falta de cultivares pode ser contornada pelo cruzamento de cultivares nacionais com as introduzidas do exterior, mas que tenham características agrícolas desejáveis.

Os maiores entraves ao uso de híbridos F_1 são:

- a) a semente híbrida deve ser produzida a baixo custo, o que talvez não seja o maior problema para pimentão, em razão do pequeno gasto de sementes por área e do grande valor do produto comercial, e b) como obter as melhores combinações hí-

bridadas. Em geral, os híbridos são obtidos de maneira quase aleatória, sem nenhum melhoramento que concorra para tal fim.

Com "n" cultivares parentais, é possível a obtenção de $n(n-1)/2$ híbridos F_1 , não se fazendo distinção entre híbridos recíprocos. Desse modo, o número de híbridos aumenta quadraticamente de acordo com o número de parentais ("n"), podendo tornar a obtenção e os testes impraticáveis, devido ao grande número de híbridos experimentais para avaliar.

Há várias maneiras de se avaliar o comportamento dos híbridos F_1 : a) através da média dos parentais (competição de cultivares), pois há uma correlação entre a média das cultivares parentais e a média do híbrido entre elas, de acordo com o grau de parentesco envolvido (progenitores vs. descendentes), isto é, devido à covariância dos parentes (MALUF et alii, 1982; FALCONER, 1981); b) divergência genética entre cultivares parentais (MALUF et alii, 1983; FALCONER, 1981), pois, se dado cruzamento entre duas cultivares parentais mostrar significativa heterose, pode-se concluir que essas cultivares são geneticamente mais diversas do que outras cultivares que manifestaram pouca ou nenhuma heterose em seus cruzamentos (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981); c) uso de delineamentos especiais, como North Carolina I, II e III, cruzamentos dialélicos, vários tipos de "test-cross" ou mesmo cruzamentos biparentais (JINKS, 1983).

O método de cruzamentos dialélicos, proposto inicialmente por YATES (1947), é um instrumento eficiente na análise genética de caracteres quantitativos. A análise de cruzamentos dialélicos desenvolvida por Jinks e Hayman (JINKS & HAYMAN, 1953; JINKS, 1954; HAYMAN, 1954a e b) possibilita conhecer o tipo de ação gênica predominante e obter um pa

panorama geral do controle genético de caracteres quantitativos mediante estimação de variâncias e covariâncias. A metodologia de GRIFFING (1956) permite calcular a capacidade geral e específica de combinação, e, a partir destas, podem-se estimar as variâncias aditiva e não-aditiva. A análise dialélica permite ainda a avaliação e identificação de cruzamentos mais promissores para a obtenção de linhagens segregantes superiores ou mesmo a sua utilização como híbridos comerciais.

A capacidade geral de combinação (CGC) mede o comportamento médio de uma linhagem em combinações híbridas. A capacidade específica de combinação (CEC) refere-se ao comportamento particular de duas linhagens cruzadas entre si. Como se pode deduzir, a CEC mede o grau de complementação alélica dos genótipos na população (GRIFFING, 1956). A CGC depende principalmente da ação aditiva dos genes, mas também contém efeitos de dominância, enquanto a CEC é dependente dos genes que exibem efeitos de dominância, embora ambas contenham também efeitos epistáticos.

Um aspecto importante a ser considerado é que qualquer cultivar de pimentão, para ter sucesso entre os produtores brasileiros, deverá apresentar resistência às diferentes estirpes do vírus Y (SOUZA & CASALI, 1984). Felizmente, a resistência às várias estirpes — Y^N , Y^W , Y^f , Y^{ft} — é monogênica, dada pelos fatores HH, ww, ff e Y^a , respectivamente, sendo o primeiro dominante e os demais recessivos. Há, ainda, o gene YY, que se distingue dos anteriores e também confere resistência ao vírus Y (NAGAI, 1968, 1971, 1983 e 1984a; NAGAI & COSTA, 1974). Recentemente foi identificada uma nova estirpe, Y^{fm} (NAGAI, 1983). Assim, para que um híbrido seja resistente, é necessário que ambos os pais sejam resistentes, exceto para o gene H, que é dominante e confere reação de hipersensibilidade à estirpe Y^N . Desse modo, identi-

ficado um cruzamento heterótico, pode-se facilmente incorporar resistência em ambos os progenitores pelo método de re-trocruzamentos.

2.4. AÇÃO GÊNICA

A partir da estimativa de parâmetros genéticos pode-se caracterizar uma população e predizer o seu comportamento sob seleção artificial.

Os estudos genéticos dos principais componentes da produção são fundamentais para a adequada escolha dos métodos de melhoramento e seleção, além de permitir ao melhorista visualizar o potencial genético das novas cultivares. Infelizmente, no Brasil há poucas informações sobre caracteres quantitativos de pimentão.

Em plantas autógamas, muitos pesquisadores consideram que a variabilidade genética é predominantemente aditiva, embora efeitos não-aditivos estejam frequentemente presentes (MOLL & STUBER, 1974).

Na Índia, GILL et alii (1973) estudaram a capacidade de combinação num dialelo que envolvia seis cultivares de pimentão. Eles observaram efeitos significativos para capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para os caracteres: rendimento total, número de frutos por planta, tamanho do fruto, número de dias para a floração e precocidade na produção. Os cruzamentos com alto efeito de CEC para produção total tinham também alto efeito de CEC para o principal componente da produção, ou seja, número de frutos por planta. Concluíram ainda GILL et alii (1973) que as estimativas de CGC e CEC revelaram a importância da ação

gênica não-aditiva, que pode ser mais bem aproveitada em locais em que a produção de semente híbrida F_1 é comercialmente possível. Entretanto, os autores também recomendam a aplicação de técnicas de seleção recorrente no germoplasma por eles utilizados, pois as estimativas de CGC e CEC foram significativas, revelando a importância das variâncias aditiva e de dominância.

Analisando os resultados de um cruzamento dialélico entre seis cultivares de pimentão, incluindo parentais F_1 , F_2 e híbridos recíprocos, SILVETTI & GIOVANNELLI (1976) concluíram que: a) houve significativa variância genética aditiva para todas as características avaliadas, entre estas número de dias para a antese da segunda flor, número médio de frutos por planta, produção (g) média por planta, peso médio dos frutos, formato do fruto, diâmetro polar, diâmetro equatorial e área do fruto; b) variância de dominância também esteve presente em todos os cruzamentos avaliados, exceto para área do fruto, embora se tenham verificado desvios da dominância e a ocorrência de assimetria na distribuição dos locos gênicos que afetavam a maioria dos caracteres; c) ausência de efeito materno em todas as características avaliadas; d) a variabilidade fenotípica, para todos os caracteres, exceto área do fruto, pareceu ser altamente influenciada pelo efeito do ambiente; e) a sobredominância esteve presente na produção média por planta e ocorreu dominância completa para o caráter número de dias para a antese da segunda flor, enquanto os demais caracteres apresentaram efeitos de dominância parcial; f) epistasia foi detectada para número médio de frutos por planta, peso médio dos frutos, formato do fruto, diâmetros polar e equatorial e área do fruto; g) o grau médio de dominância, para os caracteres não-epistáticos, foi de cerca de 0,30. A influência de cruzamentos recíprocos foi maior na produtividade de sementes, que é de grande importância para a produção comer-

cial de semente híbrida F_1 . As diferenças na quantidade de semente, dependendo da direção do cruzamento, podem ser explicadas como a maior ou menor quantidade de óvulos da cultivar materna ou como a maior ou menor percentagem de abscisão do parental fêmea.

SILVETTI & GIOVANNELLI (1976) concluíram ainda que um programa de seleção baseado nas cultivares testadas, pode ser planejado com boas possibilidades de sucesso, para todos os caracteres com alta variância aditiva. Para outros caracteres o uso de híbridos F_1 é mais recomendável.

SILVETTI & GRASSIA (1976), ao analisarem um cruzamento dialélico entre 18 cultivares de pimentão, encontraram efeito materno para peso médio dos frutos e espessura do exocarpo, mas o ambiente exerceu forte influência na expressão desse último parâmetro. Entretanto, o peso médio dos frutos é um caráter que depende da interação de vários outros caracteres que não mostraram efeito materno. O efeito de dominância esteve presente em produção por planta, número médio de frutos por planta, peso médio dos frutos e espessura do exocarpo e do mesocarpo.

Em *C. annuum*, o tamanho do fruto é determinado pela interação de vários genes (caráter quantitativo), sujeito a consideráveis modificações pela ação do ambiente. Os genes para tamanho de frutos operam de maneira geométrica, não aditivamente (KAISER, 1935).

KHALF-ALLAH et alii (1975a) analisaram um dialelo 6x6 em pimentão e concluíram que a ação gênica não-aditiva estava envolvida, em alto grau, na herança dos caracteres produção total e precoce e número e peso médio dos frutos, muito embora pequena ação gênica aditiva tenha sido detectada. Estes resultados sugerem que um programa de melhoramento, vi-

sando à obtenção de híbridos F_1 , é a melhor alternativa para o aproveitamento das cultivares parentais usadas neste experimento.

MILKOVA (1982), na Bulgária, estudou um dialelo 4x4 (e depois 5x5) em pimentão durante quatro anos, de 1972 a 1975, avaliando, entre outros, os seguintes caracteres: altura da planta, produção dos frutos, número de frutos, peso médio dos frutos e número de lóculos. Para esses caracteres suas principais conclusões foram:

- a) os efeitos aditivos e não-aditivos foram altamente significativos para os cinco caracteres, durante os quatro anos, exceto em três casos: número de frutos em 1974 e número de lóculos em 72 e 75, os quais não mostraram efeito não-aditivo;
- b) efeito gênico aditivo foi sempre predominante sobre o não-aditivo, para todos os caracteres;
- c) a introdução de uma nova cultivar no dialelo, nos dois últimos anos do estudo, mudou o balanço dos efeitos gênicos aditivos e não-aditivos, o que mostra a importância da capacidade específica de combinação (CEC).

THAKUR et alii (1980) relataram sobredominância para altura da planta, número de frutos por planta e produção total. Esses autores estimaram que haviam dois genes ou blocos gênicos controlando a altura da planta, cinco o peso médio dos frutos, 31 a produção precoce e 25 a produção total.

Pesquisadores egípcios (KHALF-ALLAH et alii, 1975b) estudaram o comportamento de quatro cultivares, seis híbridos F_1 e F_2 e os respectivos retrocruzamentos para ambos os parentais, num total de 28 tratamentos. Os resultados mostraram que os três tipos de ação gênica-aditiva (d),

dominância (h) e epistasia (dd, dh, hh) — contribuíram para a variabilidade genética dos quatro caracteres estudados: produção total (PT), produção precoce (PP), peso médio dos frutos (PMF) e número de frutos por planta (NFP). Os resultados mostraram que os efeitos de dominância contribuíram mais para a variância genética de PP, PT e NFP do que os efeitos aditivos. Em todos os casos, a estimativa do efeito de dominância foi positiva e relativamente alta em magnitude, comparada com os efeitos aditivos. Epistasia também foi um importante contribuinte para a variância genética, sendo, em geral, altamente significativa para todos os caracteres (exceto uns poucos casos), e os efeitos "dd e dh" foram mais importantes do que "hh". Embora efeitos aditivos tenham sido de menor importância para PP, PT e NFP, valores significativos de efeitos aditivos foram encontrados em alguns cruzamentos, o que sugere a possibilidade de sucesso na seleção e melhoramento de novas linhagens. Os resultados mostraram que a ação gênica aditiva foi relativamente mais importante na herança do caráter NFP do que em caracteres mais complexos, como PP e PT. Então, seleção e melhoramento do número de frutos por planta e, conseqüentemente, melhoramento da produção total, deverão ser mais fáceis do que seleção, inicialmente, da produção total. KHALF-ALLAH et alii (1975b) concluíram ainda que, para PMF, a dominância pareceu ser relativamente menos importante do que para os outros três caracteres. Esse resultado está de acordo com a idéia de que, à medida que a herança de caracteres quantitativos torna-se mais complexa, a contribuição da dominância (h) para a sua herança torna-se maior. A herança do caráter PMF é relativamente simples, quando comparada com a de PP, PT e NFP (SAKAI, 1952). Entretanto, ao contrário, a ação gênica aditiva foi relativamente mais importante para a herança de PMF do que para a de PP, PT ou NFP. Isso significa que a ação gênica aditiva contribuiu mais para a variabilidade genética de características com herança menos complexa. O al-

to valor de "d" envolvido na herança de PMF aumenta as possibilidades de sucesso no melhoramento e seleção desse caráter, com maior eficiência do que se pode esperar para produção precoce ou total.

Pela média dos F_2 's, pode-se concluir que, em geral, ocorreu decréscimo pela endogamia, embora haja casos onde não ocorreu nem heterose nem redução em F_2 (KHALF - ALLAH et alii, 1975b).

Na literatura consultada há citações divergentes sobre os diversos tipos de ação gênica em pimentão. Tais diferenças podem ser atribuídas, principalmente, às diferenças inerentes ao material genético amostrado, embora também tenham existido efeitos do ambiente, efeitos metodológicos e diferenças de precisão experimental.

2.5. HERDABILIDADE.

A herdabilidade de um caráter métrico expressa a proporção da variância total que é atribuída ao efeito médio dos genes, e este é que determina o grau de semelhança entre indivíduos aparentados. A mais importante função da herdabilidade no sentido restrito na análise genética de um caráter métrico é o seu papel preditivo, pois expressa a validade do valor fenotípico como guia do valor genético (FALCONER, 1981). Em geral, o melhorista faz seleção com base apenas no fenótipo, e seu sucesso na alteração das características da população pode ser predito através do conhecimento do grau de correspondência entre o valor fenotípico e o valor genético.

A herdabilidade no sentido restrito expressa a razão entre a variância aditiva e a variância fenotípica. A

herdabilidade no sentido amplo expressa a razão entre toda a variância (aditiva e não-aditiva) e a variância fenotípica total (ALLARD, 1971).

Na condução de um programa de melhoramento, o conhecimento da herdabilidade permite escolher o método de seleção. Valores altos de herdabilidade podem indicar ganhos genéticos rápidos, através de seleção massal, ou qualquer outro tipo de seleção para aproveitar os efeitos aditivos. Baixa herdabilidade indica que a seleção deve ser praticada em gerações mais avançadas e com base em maior número de plantas. Valores altos de herdabilidade, associados a valores altos de variância genotípica, indicam que a seleção de genótipos superiores pode ser baseada no comportamento fenotípico.

A herdabilidade não é um parâmetro populacional estável, pois é dependente da precisão com que a variância de ambiente é estimada. Assim, herdabilidades determinadas em diferentes populações e ambientes não podem ser comparadas diretamente. Entretanto, o acúmulo de informações derivadas de vários testes mostra a tendência com que determinado caráter pode ser influenciado pelo ambiente. É importante ressaltar que um alto valor de herdabilidade (por exemplo, 90%) indica apenas que a variância genética apresenta um valor aproximado ao da variância fenotípica (ALLARD, 1971), ou seja, a herdabilidade não reflete a magnitude das variâncias genética e fenotípica.

SILVETTI & GIOVANNELLI (1976) encontraram em *C. annuum* considerável diferença nas estimativas da herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) e restrito (h_r^2). A h_a^2 foi alta para número de dias para a abertura da segunda flor (0,99), número médio de frutos por planta (0,99), produção por planta (0,99), peso médio dos frutos (0,93), formato do fruto (0,99), diâ-

metro polar (largura; 0,98), diâmetro equatorial (comprimento; 0,94) e área (0,96), ao passo que h_r^2 foi baixa ($\leq 0,30$) para as três primeiras e alta ($> 0,70$) para as cinco últimas características citadas. Essas diferenças foram consideradas normais pelos autores, em vista da presença de significativos efeitos gênicos não-aditivos nos parentais. As estimativas de h_a^2 foram altamente condicionadas por efeitos de dominância e epistasia. Em face desses resultados, pode-se concluir que um programa de melhoramento para seleção de alguns caracteres quantitativos no germoplasma utilizado pode ser planejado com boas possibilidades de sucesso para os principais componentes da produção estudados, que mostraram altos valores para variância genética aditiva.

THAKUR et alii (1980) encontraram baixa ($< 0,30$) herdabilidade para peso médio dos frutos e produção precoce e total. GÓMEZ-GUILLAMÓN et alii (1983) encontraram altos valores para herdabilidade, no sentido amplo, em estudo, sob condições controladas, em casa de plástico e dois tipos de substrato (cascalho e solo), para as seguintes características: produção total (0,72 e 0,68), produção precoce (0,77 e 0,62), peso médio dos frutos (0,97 e 0,96), espessura da polpa (0,97 e 0,93), número de lóculos por fruto (0,76 e 0,90) e comprimento do fruto (0,92 e 0,88).

ARYA & SAINI (1976) também encontraram altos valores para herdabilidade, no sentido amplo, para os caracteres: dias para o florescimento (0,97), dias para a maturação (0,97), número de ramos por planta (0,73), altura da planta (0,91), número de frutos por planta (0,99), tamanho do fruto (0,99) e peso médio dos frutos (0,97). Esses autores atribuíram esses altos valores de herdabilidade ao efeito aditivo dos genes.

2.6. CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERES

Em estudos genéticos, é necessário distinguir duas causas de correlação entre caracteres: a genética e a de ambiente. A causa da correlação genética é, principalmente, a pleiotropia, embora ligações gênicas possam ser a causa de correlação transitória, especialmente em populações derivadas de cruzamentos entre linhagens divergentes (FALCONER, 1981). A pleiotropia é a propriedade pela qual um gene afeta dois ou mais caracteres, de modo que, se o gene estiver segregando, causará variação simultânea nos caracteres que ele afeta. Desse modo, o grau de correlação originado de pleiotropismo expressa o quanto dois caracteres são influenciados pelos mesmos genes. É necessário ressaltar que alguns genes podem aumentar ou diminuir ambos os caracteres, enquanto outros aumentam um e reduzem o outro. Assim, o pleiotropismo não causa, necessariamente, uma correlação que se possa detectar. O ambiente, por sua vez, é uma causa de correlação, quando dois caracteres são influenciados pelas mesmas diferenças de condições do ambiente. Novamente, a correlação resultante de causas do ambiente é o efeito total de todos os fatores variáveis de ambiente, mas alguns tendem a causar uma correlação positiva e outros, negativa. A correlação de ambiente não é apenas a correlação dos desvios do ambiente, mas a correlação conjunta de desvios de ambiente e desvios genéticos não-aditivos (FALCONER, 1981),

A associação entre dois caracteres que pode ser diretamente observada é a correlação dos seus valores fenotípicos, ou seja, a correlação fenotípica. Esta é determinada a partir de medidas dos dois caracteres em certo número de indivíduos da população. Então, a correlação fenotípica, quando empregada como auxílio a um programa de melhoramento, pode conduzir a erros, uma vez que em sua constituição intervêm uma fração genética e outra de ambiente. Essa correlação fornece apenas uma informação geral sobre a asso-

ciação entre caracteres métricos, sendo de pequeno valor prático a seleção baseada somente na correlação fenotípica (GOLDENBERG, 1968). Se são conhecidos também os valores genotípicos e os seus desvios por causa do ambiente, para ambos os caracteres, pode-se então calcular a correlação entre os valores genotípicos e a correlação entre os desvios em virtude do ambiente, separadamente.

As correlações entre caracteres, quando existem, são importantes, pois, em geral, o objetivo é obter uma nova cultivar, melhorada em um conjunto de caracteres simultaneamente, muito embora associações positivas ou negativas entre caracteres nem sempre sejam úteis ao melhorista. A seleção para um caráter pode aumentar ou diminuir a expressão de outro caráter, dependendo da correlação genética entre eles.

Se dois caracteres apresentam alta correlação genética, é possível selecionar para um deles através da seleção no caráter associado. Isso é vantajoso quando um caráter é de alto valor econômico ou agrícola, mas tem baixa herdabilidade, quando comparada à herdabilidade de um caráter associado. Nesse caso, o caráter de alto valor e baixa herdabilidade deve ser selecionado através do caráter de alta herdabilidade e baixo valor. Pode acontecer também de estarem associados dois caracteres, um dos quais de fácil avaliação; então, a seleção deve ser praticada sobre esse caráter, mas visando o outro (GOLDENBERG, 1968).

GÓMEZ-GUILLAMÓN et alii (1983) estudaram um dialelo completo entre oito cultivares comerciais de pimentão, avaliando as correlações entre diversos caracteres dos frutos e a produção total. O trabalho foi conduzido em condições controladas de casa de plástico, em dois tipos de cultivos: solo encascalhado com irrigação por gotejamento e

solo natural (grosseiro) com irrigação por sulco. Suas principais conclusões são dadas a seguir:

a) a produção total mostrou altas correlações genotípica e fenotípica ($r_G = 0,96$ e $r_F = 0,82$) com a produção precoce, mas moderada correlação de ambiente ($r_E = 0,42$);

b) também foram encontradas altas correlações genotípicas e fenotípicas entre produção total e peso médio dos frutos ($r_G = 0,82$; $r_F = 0,73$) e entre diâmetro do fruto ($r_G = 0,75$ e $r_F = 0,67$) e espessura da polpa ($r_G = 0,75$; $r_F = 0,65$). A correlação de ambiente mostrou que fatores que tendem a aumentar o peso médio e o diâmetro do fruto aumentam a produção total;

c) não foi sempre encontrada estreita correlação entre produção total e peso médio dos frutos, refletindo o resultado de diferenças nas cultivares trabalhadas. Em cultivares com frutos pequenos, a produção total dependeu mais do número de frutos e ramificações por planta, enquanto nas cultivares com frutos grandes a produção total dependeu principalmente do tamanho do fruto;

d) o caráter produção precoce explicou 75% da variação na produção total, constituindo-se no principal parâmetro a ser avaliado em programas de seleção. A produção precoce e o comprimento do fruto explicaram 79% da variação na produção total, o que é muito importante, já que são dois caracteres facilmente medidos. A alta correlação entre produção precoce e produção total pode ser de grande utilidade, já que o melhorista não precisa avaliar todo o ciclo produtivo, mas apenas o seu primeiro terço;

e) a produção precoce (PP) revelou-se genotípica e fenotipicamente correlacionada com o peso médio dos frutos ($r_G = 0,87$ e $r_F = 0,78$), diâmetro do fruto ($r_G = 0,83$ e $r_F = 0,75$) e espessura da polpa ($r_G = 0,88$ e $r_F = 0,74$). Fatores do ambiente que favoreceram maiores peso médio e o diâmetro do fruto também favoreceram maior precocidade;

f) o peso médio dos frutos mostrou altas correlações genotípicas e fenotípicas com o diâmetro do fruto ($r_G = 0,99$ e $r_F = 0,98$), espessura da polpa ($r_G = 0,91$ e $r_F = 0,89$) e número de lóculos por fruto ($r_G = 0,85$ e $r_F = 0,74$). O comprimento do fruto e o diâmetro, sozinhos, explicaram 98,5% e 97%, respectivamente, da variabilidade observadas no peso médio dos frutos. O diâmetro do fruto mostrou-se altamente correlacionado com a espessura da polpa e número de lóculos por fruto;

g) a espessura da polpa foi correlacionada com o número de lóculos ($r_G = 0,78$ e $r_F = 0,64$). Não se detectou interação genótipo-ambiente para esse caráter. O número de lóculos não mostrou correlação com o comprimento do fruto, mas pequena correlação com a produção total.

GILL et alii (1977) estudaram as correlações genotípicas entre produção total, produção precoce, tamanho do fruto e número de frutos por planta. Encontraram correlação significativamente alta e positiva entre produção total e número de frutos por planta ($r_G = 0,709$), e o segundo caráter, sozinho, explicou mais de 50% da variabilidade do primeiro. Outra correlação significativa verificou-se entre número de dias para o florescimento e produção precoce. Esse resultado sugere que a seleção para alto rendimento, na cultivar estudada, deve ser baseada no número de frutos por planta.

DEPESTRES et alii (1985), em Cuba, encontraram correlação positiva e significativa entre produção total e número de frutos por planta, confirmando que este é um componente com alto efeito na produção. Correlação negativa e significativa foi encontrada entre número de frutos por planta e peso médio dos frutos. Outra correlação positiva foi a encontrada entre diâmetro e peso médio dos frutos.

BELLETTI & LANTERI (1985), na Itália, encontraram correlação significativa entre peso e volume do fruto; o volume depende, em última análise do comprimento e largura do fruto.

ROCCHETTA et alii (1976) analisaram seis cultivares comerciais de pimentão e seus híbridos F_1 's, em esquema de dialelo parcial. Eles encontraram um coeficiente de correlação simples positiva entre produção e número de frutos, para todas as cultivares. Entretanto, a correlação entre produção por planta e peso médio dos frutos foi baixa e nem sempre significativa. Em cultivar medianamente produtivas, a correlação foi negativa e significativa. As mesmas observações realizadas nos pais valem para os híbridos F_1 e F_2 .

A análise de regressão múltipla avaliou melhor a relação de dependência entre produção, peso médio e número de frutos por planta. Nessa análise, a produção foi considerada como variável dependente e as variáveis independentes — peso médio e número de frutos por planta, precocidade, data de florescimento, formato do fruto, largura e comprimento dos frutos e área do fruto — contribuíram para a produção total de modo significativo, tanto nos parentais como nos híbridos F_1 e F_2 . Entretanto, quando os autores analisaram os coeficientes de regressão parcial, ficou evidente que a produção dependeu fundamentalmente de número e peso médio dos frutos por planta, fator significativo em todos os tratamentos estudados, ou seja, parentais, F_1 e F_2 (ROCCHETTA et alii, 1976).

Em estudo de correlações, genotípica (r_G), fenotípica (r_F) e de ambiente (r_E), envolvendo diferentes caracteres da planta e do fruto de pimentão, BRAZ (1982) concluiu:

a) na maioria (>92%) dos pares de caracteres, r_G e r_F foram de mesmo sinal, sendo r_G maior do que r_F ;

b) nas correlações de ambiente, apenas a produção total e o número de frutos mostraram r_E elevado ($r_E = 0,888^{**}$) e positivo, apontando influência unidirecional do ambiente na correlação. Na maioria (95%) das vezes, r_E foi pequeno e não significativo;

c) a correlação entre produção e número total de frutos foi positiva e significativa ($r_G = 0,692^*$). A produção total também foi correlacionado com a altura da planta ($r_G = 0,785^*$) e com o número médio de lóculos por fruto ($r_G = 0,651ns$);

d) o comprimento médio do fruto apresentou correlação alta e positiva com a altura da planta ($r_G = 0,885^{**}$ e $r_F = 0,823^{**}$) e índice de qualidade ($r_G = 0,971^{**}$ e $r_F = 0,955^{**}$);

e) a largura média do fruto foi negativamente correlacionada com o número de lóculos por fruto ($r_G = -0,819^{**}$ e $r_F = -0,652^{**}$);

f) o peso médio dos frutos apresentou correlação positiva com comprimento do fruto ($r_G = 0,925^{**}$ e $r_F = 0,906^{**}$), índice de qualidade ($r_G = 0,860^{**}$ e $r_F = 0,852^{**}$) e altura da planta ($r_G = 0,939^{**}$ e $r_F = 0,910^{**}$).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL EXPERIMENTAL

Foram utilizadas seis cultivares de pimentão (*C. annuum* L.), previamente escolhidas por suas características divergentes quanto ao tipo de fruto e de planta.

1. P-14-8 - É uma linhagem experimental, já em homozigose, derivada do cruzamento entre 'Pimiento' (BGH 2981) x 'Avelar' (BGH 298). A cultivar Pimiento é de origem norte-americana e apresenta características industriais. A linhagem P-14-8 foi selecionada inicialmente para a produção de pó (páprica), no programa de melhoramento de pimentão do Departamento de Fitotecnia da UFV. A planta é esgalhada, aberta e de porte médio (cerca de 85 cm). Segundo OLIVEIRA (1978), os frutos são lisos, cônicos, com três a quatro lóculos, polpa grossa (4,4 mm, em média), e, quando maduros, apresentam cor vermelha intensa. Os frutos são grandes, medindo 110 mm x 51mm, nas condições de Viçosa, MG. O número de frutos por planta é aproximadamente igual ao da 'Agrônômico-10G'.

2. BGH 18 - A planta é de porte médio (menor que 85 cm), mas os frutos são muito desenvolvidos, com cerca de 140 mm de comprimento e 55 mm de largura (diâmetro transversal) e com elevado peso médio, mais de 100 gramas nas primeiras colheitas. O formato é alongado, tendendo a cônico, uniforme, com quatro lóculos por fruto (às vezes, três). Os frutos imaturos têm cor verde-clara, são doces, de polpa es-

peça (3,5 mm) e bem firmes, quando comparados com os de cultivares usadas tradicionalmente no Brasil. É uma cultivar relativamente precoce e o número de frutos por planta é comparável ao da 'Agrônômico-10G'. Este material pertence ao Banco de Germoplasma de Hortalças (BGH) da U.F.V., tendo sido coletado em Ponte Nova, MG, em 1966.

3. BGH 3041 - É uma cultivar que produz numerosos frutos por planta (cerca de 50), mas frutos pequenos, com peso médio menor que 50 gramas, comprimento médio de 85 mm e largura média de 50 mm. Os frutos são tipicamente cônicos, triloculares, de cor verde bem escura e arroxeada, o que lhes dá uma cor vermelha intensa e brilhante quando estão maduros. A polpa é relativamente fina (2,5 mm). A planta é bem ramificada, alta (95 cm), com folhas miúdas. As sementes são graúdas. Nas condições de Piracicaba, a deiscência do pólen ocorre geralmente cerca de 5-6 horas após a antese, o que facilita muito a produção de semente híbrida, pois evita a contaminação com o próprio pólen. Esse material pertence ao BGH/UFV.

4. 'MORRÓN' - O material foi recebido de Portugal. A planta é alta (95 cm), compacta, bem fechada, pouco ramificada, tardia de floração e maturação. Os frutos são cônico-arredondados, muito firmes, de polpa grossa (± 5 mm) e, geralmente, com quatro lóculos. O número de frutos por planta é pequeno. O material pertence à coleção de *Capsicum* do Departamento de Genética da ESALQ-USP.

5. 'AMARELO ITALIANO' - É um material pertencente à coleção da ESALQ, originário da Itália. A planta é alta (100 cm) e bem ramificada. As folhas são pequenas e de coloração verde-clara. Os frutos são numerosos por planta (cerca de 55), bem compridos (170 a 220 mm) e finos (30-35 mm). A polpa é fina (± 2 mm) e levemente adocicada. Os fru-

tos imaturos são verde-claros e, quando maduros, amarelos. Esta cultivar poderia ser mais bem enquadrada na classificação de pimenta doce. Na antese, é comum já ter ocorrido a deiscência do pólen, o que prejudica muito o trabalho de produção de híbridos, já que a emasculação deve ser feita dois dias antes da antese. Este material é muito uniforme. Sua manutenção é fácil, pois a cor amarela do fruto maduro é um caráter qualitativo e recessivo.

6. 'AGRONÔMICO-10G' - Esta é uma cultivar brasileira, melhorada na seção de Virologia do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo (IAC). É bem aceita pelos produtores rurais, podendo ser considerada como um padrão na cultura. Apresenta boa resistência ao vírus Y (Vírus Y da batata) e ao TMV. As plantas são bem vigorosas, altas (>90 cm) e produtivas. Os frutos são lisos, brilhantes, cônicos, de cor verde-escuro quando imaturos e bem vermelhos quando maduros, com 110 mm de comprimento e 60 mm de largura. A polpa é espessa (3,5 a 4,0 mm). Do material utilizado no ensaio é a única cultivada comercialmente no Brasil. As sementes da 'Agrônomo 10G' utilizadas neste ensaio foram obtidas na coleção de *Capsicum* do Departamento de Genética da ESALQ-USP.

Essas cultivares são fenotipicamente bem divergentes. É extremamente fácil identificá-las através de uma série de caracteres morfológicos, tais como formato, coloração e tamanho do fruto, espessura da polpa, precocidade, altura e tipo de planta, tamanho e coloração das folhas, produtividade, etc.

Foram realizados todos os cruzamentos possíveis entre as seis cultivares parentais, obtendo-se 15 híbridos F_1 [$n(n-1)/2$] sem distinção de híbridos recíprocos.

Sementes das cultivares parentais foram obtidas em telado. Os cruzamentos foram realizados em condições de campo. Os botões florais foram emasculados e polinizados ao mesmo tempo, na parte da manhã, sem proteção das flores. Esse processo deu uma baixa percentagem de pegamento de frutos e, na maioria dos casos, baixo número de semente por fruto. Os frutos foram colhidos maduros, separadamente, e as sementes retiradas manualmente, mantendo-se a individualidade de cada fruto. Na época da semeadura fez-se a mistura das sementes dos F₁'s e seus recíprocos.

3.2. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO E DETALHES EXPERIMENTAIS

Foi instalado um ensaio no campo experimental do Departamento de Genética da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados completos, com 21 tratamentos, sendo seis cultivares parentais e os 15 híbridos F₁ delas resultantes, com seis repetições. Cada parcela foi constituída por uma fileira de cinco metros de comprimento, com 10 plantas totais e cinco plantas úteis. O espaçamento foi de 0,8 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas, com uma população de 25.000 plantas/ha. Deixaram-se duas fileiras como bordadura nas laterais do ensaio.

A semeadura foi realizada em 11-09-85, em copos de jornal. Utilizou-se como substrato uma mistura de esterco de curral, terra e Rendimax^R (mistura própria para sementeira), na proporção de 1:4:5, respectivamente. Esse

^R O uso de produto comercial não implica endosso ou recomendação de uso por parte do autor ou do Departamento de Genética da ESALQ/USP.

substrato foi previamente autoclavado a 120°C, por duas horas. As mudas foram produzidas em condições de telado.

O transplante foi realizado quando as plantas apresentavam de quatro a seis folhas definitivas, o que se deu em 15-10-85. Seis dias após o transplante, realizou-se o replantio de 64 mudas que falharam, distribuídas em todo o ensaio.

A adubação de plantio foi feita à razão de 1,0 t/ha da fórmula 4-14-8, distribuída no sulco de plantio. Fizeram-se quatro adubações de cobertura: em 28/10 e 13/11, com 11 gramas de nitrocálcio por planta, e em 09-12-86 e 03-01-86, com 15 gramas da fórmula 10-10-10 por planta.

As plantas foram tutoradas individualmente. Em 08-11-85, realizou-se a retirada dos brotos laterais até a primeira bifurcação. As irrigações foram feitas por sulco, com intervalo de dois a três dias, em razão da seca que ocorreu na região; ao todo foram realizadas 34 irrigações. Foram realizadas oito pulverizações com produtos específicos e preventivos contra pragas e doenças. Não ocorreu dano significativo de nenhuma praga ou doença, à exceção de viroses.

Foram realizadas cinco colheitas, a cada 10-12 dias, cobrindo um período de 56 dias. A primeira colheita foi realizada em 17-12-85 e a última em 10-02-86. Os frutos foram colhidos desde verdes, no ponto de colheita comercial, até o início da maturação. Os frutos não foram classificados segundo um padrão comercial, mas pesados individualmente, para se ter uma real distribuição do peso médio dos frutos.

3.3. AVALIAÇÃO DOS CARACTERES ESTUDADOS

As avaliações foram realizadas com base em cinco plantas por parcela, sendo os dados anotados individualmente, por planta, e calculando-se a média, por planta ou por fruto. Esse critério visou especificamente evitar problemas de estande nas parcelas. As cinco plantas foram escolhidas, dentre as 10 da parcela, considerando: primeiro, que a planta fosse competitiva, ou seja, sem falha ao lado; segundo, que a planta fosse sadia no dia da escolha. Essa escolha deu-se aos 60 dias após o transplante.

Os parâmetros avaliados foram os seguintes:

1. Produção Total de Frutos por Planta (PTF). Anotou-se o peso dos frutos, em gramas, em cada uma das cinco plantas, calculando-se a média, para se obter a produção total média por planta. Os frutos foram pesados em balança comum com divisões de um grama, pesando-se individualmente cada fruto. Frutos estragados, doentes ou deformados foram considerados refugos e não computados na pesagem;

2. Número Total de Frutos por Planta (NTF). Contou-se o número de frutos em cada colheita e em cada planta. Posteriormente, obteve-se a média das cinco plantas, para se ter o número total médio de frutos por planta;

3. Produção Precoce - Peso dos Frutos (PPPF). Anotou-se o peso, em gramas, por fruto e por planta, das duas primeiras colheitas, calculando-se a média das produções das cinco plantas, para se ter a média por planta. O caráter realmente avaliado foi "época de maturação", com os fenótipos precoce, intermediário e tardio. Entretanto, é comum empregar o termo "produção precoce" ou precocidade; em inglês, utiliza-se o termo "earliness" para definir esse caráter.

4. Produção Precoce - Número de Frutos (PPNF).

Anotou-se o número de frutos por planta (por colheita) nas duas primeiras colheitas, obtendo-se a média dos frutos das cinco plantas, para se ter a produção precoce em número de frutos por planta.

5. Peso Médio dos Frutos Amostrados (PMFA).

Anotou-se o peso médio dos primeiros oito frutos colhidos em cada planta. Quando se colheram mais de oito frutos na primeira e, ou, segunda colheita, foi feita amostragem. O dado da parcela representa a média de 40 frutos (5 plantas x 8 frutos/planta).

6. Comprimento do Fruto (COMP). Anotou-se o comprimento dos primeiros oito frutos em cada planta, em milímetros. Quando se colheram mais de oito frutos por planta na primeira e, ou, segunda colheita, foi feita amostragem. O dado da parcela representa a média de 40 frutos (5 plantas x 8 frutos/planta).

7. Largura do Fruto (LARG). Esse parâmetro foi avaliado no terço médio do fruto, anotado como no item anterior (COMP).

8. Relação entre Comprimento e Largura do Fruto (RC/L). Este parâmetro foi obtido da divisão do valor do comprimento do fruto pela sua largura, obtendo-se um valor de RC/L para cada fruto. O dado da parcela é a média de 40 frutos (5 plantas x 8 frutos/planta).

9. Número de Lóculos por Fruto (LOC). Anotou-se o número de lóculos de cada fruto amostrado para os itens 5 a 8. A observação foi feita cortando-se o fruto transversalmente. O dado da parcela é a média de 40 frutos.

10. Peso Médio Real dos Frutos (PMRF). A pesagem dos frutos foi feita individualmente, por fruto e por planta, em gramas, para se terem o peso médio real dos frutos e a sua distribuição (desvio-padrão do peso médio). O dado da parcela é a média dos pesos de todos os frutos colhi-dos nas cinco plantas, nas cinco colheitas, em cada parcela;

11. Altura da Planta (ALT). Este parâmetro foi anotado em 22-01-86, 36 dias ap^os o início da colheita. Mediu-se a altura (em centímetros) desde o nível do solo até a parte mais alta da planta. As cinco plantas medidas em cada parcela foram as mesmas utilizadas na avaliação dos de-mais parâmetros. O dado da parcela é a média das cinco plantas.

12. Número de Dias para o Florescimento (DF). Este parâmetro foi anotado a partir da data de emergência até a abertura da primeira flor. Por ocasião da semeadura, anotou-se a data de emergência de cada tratamento, considerando a data em que em 50% dos copinhos havia sementes ger-minadas (plântulas emergidas). Este dado foi anotado para todas as plantas da parcela. Na escolha das plantas a serem amostradas, as demais foram descartadas.

3.4. ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Com os dados médios, por planta ou por fruto, obtidos em cada uma das seis repetições, procedeu-se a uma análise de variância (ANAVA), para cada um dos caracteres avaliados (Tabela 1), segundo o modelo estatístico:

$$y_{ijk} = u + T_{ij} + B_k + e_{ijk}$$

em que: $i, j = 1, 2 \dots n$ ($n=6$) (parentais)

$k = 1, 2 \dots b$ ($b=6$) (blocos)

y_{ijk} = observação do ixj -ésimo genótipo no k -ésimo bloco;

u = média geral da população;

T_{ij} = efeito do ixj -ésimo genótipo (tratamento);

B_k = efeito do k -ésimo bloco;

e_{ijk} = efeito de erro experimental;

$e_{ijk} = \text{NID}(0, \sigma_e^2)$;

σ_e^2 = componente de variância devido ao erro experimental;

NID = normal e independentemente distribuído.

Tabela 1. Esquema da ANAVA para cada um dos caracteres avaliados.

F.V.	G.L.	QM	F	E(QM)
Blocos	$b-1$	M_b		-
Tratamentos	$t-1$	M_t	M_t/M_e	$\sigma_e^2 + b\phi_g^2$
Parentais (P)	$n-1$	M_p	M_p/M_e	-
Híbridos (H)	$[n(n-1)/2]-1$	M_h	M_h/M_e	
P vs H	1	M_{ph}	M_{ph}/M_e	
Erro	$(b-1)(t-1)$	M_e		σ_e^2

em que: ϕ_g^2 = medida da variação genética dos tratamentos;

σ_e^2 = componente de variância de observação, que depende do erro experimental;

b = número de repetições (blocos).

$$\phi_g^2 = \sum_{ij} (T_{ij} - \bar{T})^2 / (t-1)$$

Para cada caráter, aplicou-se um teste F, como definido na Tabela 1. Quando o valor de F calculado foi significativo, procedeu-se a uma comparação das médias, pelo teste de análise de conglomerados ("CLUSTER ANALYSIS") segundo SCOTT & KNOTT (1974). Aplicou-se, também, o teste de Tukey.

3.5. ESTIMATIVA DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO

Os dados dos doze caracteres avaliados foram pareados segundo todas as combinações possíveis. Em cada caso, os pares de caracteres x e y foram somados, obtendo-se $z_i = x_i + y_i$; com os dados x_i , y_i e z_i foram feitas as análises de variância, conforme o esquema mostrado na Tabela 1 (item 3.4).

As análises de covariância foram feitas segundo o esquema da Tabela 2.

Sabendo que $z = x+y$:

$$V(z) = V(x) + V(y) + 2 \text{ COV } (x,y)$$

de onde se obtêm:

$$\text{COV } (x,y) = \frac{V(z) - V(x) - V(y)}{2}$$

ou

$$\text{COV } (x,y) = \frac{V(x+y) - V(x) - V(y)}{2}$$

sendo: x e y = caracteres a serem correlacionados;

$V(z) = V(x+y)$ = variância da soma dos caracteres x e y;

$V(x)$ e $V(y)$ = variância dos caracteres x e y, respectivamente;

$\text{COV}(x,y)$ = covariância (fenotípica, genotípica ou de ambiente) dos caracteres x e y.

Note-se que $COV(x,y)$ corresponde ao produto médio dos caracteres x e y , conforme se pode verificar na Tabela 2.

As esperanças dos produtos médios obtidos por MODE & ROBINSON (1959) são exatamente equivalentes às esperanças dos respectivos quadrados médios da análise de variância. É necessário somente substituir a palavra variância por covariância (Tabelas 1 e 2) nas fórmulas apresentadas por KEMPTHORNE (1969), para os efeitos aleatórios. Raciocínio análogo foi adotado para o modelo misto B (efeito tratamento fixo).

Tabela 2. Esquema da análise de covariância e esperança dos produtos médios, para dois caracteres, x e y .

F.V.	G.L.	PM	E (PM)
Blocos	$b-1$	-	-
Tratamentos	$t-1$	$PM_t(xy)$	$\sigma_e(xy) + b\phi_g(xy)$
Erro	$(b-1)(t-1)$	$PM_e(xy)$	$\sigma_e(xy)$

$$\text{onde: } \phi_g(x,y) = \sum_{ij} (T_{ijx} - \bar{T}_x) (T_{ijx} - \bar{T}_y) / (t-1)$$

De acordo com as esperanças dos quadrados médios da análise de variância (Tabela 1), o componente de variância, σ_e^2 e o parâmetro ϕ_g^2 para cada caráter, foram estimados do seguinte modo:

$$\hat{\phi}_g^2 = \frac{M_t - M_e}{b} \quad \text{e} \quad \hat{\sigma}_e^2 = M_e$$

Os coeficientes de correlação genotípica (r_G), fenotípica (r_F) e de ambiente (r_E), foram calculados com base nas Tabelas 1 e 2, de acordo com as seguintes fórmulas:

a) correlação genotípica:

$$r_G(xy) = \frac{\hat{\phi}_g(xy)}{[\hat{\phi}_g^2(x) \cdot \hat{\phi}_g^2(y)]^{1/2}}$$

em que:

$$\hat{\phi}_g(xy) = \frac{PMt(xy) - PMe(xy)}{b}$$

$\hat{\phi}_g$ = medida de covariância genética;

$\hat{\phi}_g^2(x)$ e $\hat{\phi}_g^2(y)$ = medida da variação genética dos tratamentos, para os caracteres x e y, respectivamente.

b) correlação fenotípica:

$$r_F = \frac{PMt(xy)}{[Mt(x) \cdot Mt(y)]^{1/2}}$$

c) correlação de ambiente:

$$r_E = \frac{PMe(xy)}{[Me(x) \cdot Me(y)]^{1/2}}$$

A significância dessas correlações foi testada, utilizando-se tabela apresentada por FISHER & YATES (1963, p.63), própria para teste de correlações, a 5% e 1% de probabilidade. As correlações genotípica e fenotípica foram testadas com 19 G.L. (número de tratamentos menos dois) e a correlação de ambiente foi testada com 100 G.L. (graus de liberdade do erro).

Os cálculos foram realizados na Central de Processamento de Dados da Universidade Federal de Viçosa (CPD/UFV), utilizando-se o programa "Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG-2)".

3.6. HETEROSE

A heterose foi calculada como percentagem, em relação à média dos pais ($MP = 100$) e em relação ao progenitor superior ($PS = 100$), ou seja, em relação ao melhor parental, considerando-se cada caráter isoladamente. Calculou-se ainda a percentagem de rendimento em relação à cultivar - padrão (CP), que, nesse caso, foi a cultivar Agrônômico-10G, o que permite avaliar melhor o valor prático da heterose.

3.7. ANÁLISE DIALÉLICA DE JINKS-HAYMAN

Para os caracteres com efeito significativo de tratamentos (genótipos) na ANAVA, procedeu-se à análise dialélica de Jinks-Hayman (JINKS & HAYMAN, 1953; HAYMAN, 1954a, b; JINKS, 1954), incluindo-se análise gráfica.

O método de análise dialélica de Jinks-Hayman impõe uma série de restrições: a) os parentais devem ser homozigotos; b) segregação diplóide; c) ausência de efeito materno; d) ausência de alelismo múltiplo; e) os genes devem ser distribuídos independentemente nos parentais; f) ausência de epistasia (HAYMAN, 1954b).

Quanto a essas restrições, o material genético utilizado provavelmente satisfaz as cinco primeiras, pois:

a) as cultivares utilizadas eram homozigóticas, o que foi garantido pelo processo de multiplicação dos parentais em telado. Também, não se observou nenhuma variação nas plantas dos parentais usadas na produção de sementes;

b) a espécie é diplóide, segundo HEISER Jr. (1979) e McLEOD et alii (1983);

c) a literatura consultada não registra ocorrência de efeito materno nos caracteres estudados (SILVETTI & GIOVANNELLI, 1976; BRAZ, 1982);

d) a literatura consultada não registra alelos múltiplos para os caracteres estudados. Também, pode-se restringir o sistema gênico a dois alelos por loco, sem prejuízo das análises (JOHNSON, 1963);

e) a escolha de cultivares divergentes garante uma distribuição dos genes nos parentais. Como o número de parentais é pequeno, essa distribuição não é necessariamente independente, constituindo-se em uma causa frequente de problemas na análise. Entretanto, HAYMAN (1960) considera que, quando se trabalha com pequeno número de parentais ($n < 10$) e o modelo genético é fixo, as estimativas dos parâmetros genéticos são válidas;

f) quanto à ausência de epistasia, ela pode ser testada pelo modelo de Jinks-Hayman.

Em vista da análise utilizada, construíram-se tabelas dialélicas para cada caráter avaliado e para cada repetição, conforme o esquema da Tabela 3.

Na Tabela 3, quando $i=j$, y_{ij} indica o comportamento das cultivares parentais e, quando $i < j$, y_{ij} indica o comportamento dos híbridos F_1 . Como não se fez distinção entre híbridos recíprocos, a tabela dialélica completa foi obtida fazendo-se $y_{ij} = y_{ji}$, ou seja; $y_{12} = y_{21}$, $y_{13} = y_{31} \dots y_{16} = y_{61}$.

A partir da tabela dialélica, e em conformidade com a metodologia de Jinks-Hayman, foram estimadas as seguintes variâncias e covariâncias:

Tabela 3. Meia tabela dialélica com as n cultivares parentais e $n(n-1)/2$ híbridos F_1 ($n=6$).

	1	2	3	4	5	6
1	y_{11}	y_{12}	y_{13}	y_{14}	y_{15}	y_{16}
2		y_{22}	y_{23}	y_{24}	y_{25}	y_{26}
3			y_{33}	y_{34}	y_{35}	y_{36}
4				y_{44}	y_{45}	y_{46}
5					y_{55}	y_{56}
6						y_{66}

1) V_p = variância das linhagens parentais:

$$V_{olo} = V_p = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n y_{ii}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n y_{ii} \right)^2 \right]$$

2) V_i = variância da progênie da linhagem parental i :

$$V_i = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n y_{ij} \right)^2 \right] \text{ para a } i\text{-ésima progênie ou linha}$$

3) $\bar{V}_i$ = média das variâncias das linhas da tabela dialélica:

$$V_{iii} = \bar{V}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i$$

4) W_i = covariância entre parentais não-recorrentes e respectivas progênies da i -ésima linha:

$$W_i = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{j=1}^n y_{ij} y_{jj} - \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n y_{jj} \right) \left(\sum_{j=1}^n y_{ij} \right) \right]$$

para a i -ésima linha.

$$5) W_{oLoI} = \bar{W}_i = \text{m\u00e9dia das covari\u00e2ncias} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i$$

$$6) V_{\bar{m}_i} = \text{vari\u00e2ncia das m\u00e9dias das linhas ou colunas.}$$

$$V_{oLI} = V_{\bar{m}_i} = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n \bar{y}_{i.}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n \bar{y}_{i.} \right)^2 \right]$$

Ainda com base na tabela dial\u00e9lica, foi calculada:

$$7) (M_{LI} - M_{LO})^2 = \text{diferen\u00e7a entre a m\u00e9dia dos } n^2 \text{ elementos da tabela dial\u00e9lica e a m\u00e9dia dos parentais, elevada ao quadrado:}$$

$$(M_{LI} - M_{LO})^2 = \left[\left(\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j y_{ij} - \frac{1}{n} \sum_i y_{ii} \right)^2 \right]$$

Com os valores de W_i , $\bar{W}_i$, V_i , $\bar{V}_i$, $V_{\bar{m}_i}$ e $(M_{LI} - M_{LO})^2$ estimaram-se os componentes de vari\u00e2ncia, conforme defini\u00e7\u00e3o de HAYMAN (1954a, b), com as altera\u00e7\u00f5es propostas por FERREIRA (1985), segundo a notat\u00e7\u00e3o de MATHER e JINKS (1982).

$$\hat{D} = V_p - \hat{E}$$

$$\hat{F} = 2V_p - 4\bar{W}_i - 2 \frac{(n-2)\hat{E}}{n}$$

$$\hat{H}_1 = 4\bar{V}_i + V_p - 4\bar{W}_i - \frac{(5n-4)}{n} \hat{E}$$

$$\hat{H}^2 = 4\bar{V}_i - 4V_{\bar{m}_i} - \frac{4(n^2-n+1)}{n^2} \hat{E}$$

$$\hat{h}^2 = 4(M_{LI} - M_{LO})^2 - 4 \frac{(n^2-1)}{n^3} \hat{E}$$

sendo:

$\hat{E}$ = efeito de ambiente, correspondente ao quadrado m\u00e9dio do res\u00edduo da ANAVA (Tabela 1);

$\hat{D}$ = componente gen\u00e9tico referente \u00e0 a\u00e7\u00e3o g\u00eanica aditiva;

F = frequência relativa dos genes dominantes e recessivos na população parental; F será positivo se os alelos dominantes forem mais frequentes do que os alelos recessivos e negativo se o oposto for verdade;

A_1 e A_2 = componentes genéticos referentes à ação gênica dominante. Teoricamente, $H_1 - H_2 \geq 0$; se $H_1 = H_2$, os genes de efeitos positivos e negativos estão presentes com frequências iguais;

h^2 = componente genético relativo à ação gênica dominante, referente ao quadrado da diferença entre a média dos n^2 elementos da tabela dialélica e a média dos parentais.

Para testar cada um desses componentes, estimou-se o seu erro-padrão. Para isso, calculou-se um multiplicador comum (s^2), de acordo com a fórmula:

$$s^2 = \left(\frac{1}{2}\right) [\text{Var} (W_i - V_i)]$$

Utilizando os multiplicadores específicos (para $n=6$) dados por FERREIRA (1985), estimou-se o erro-padrão (EP) para cada componente, através do produto de $s^2 \times$ multiplicador específico.

A significância de cada componente foi testada, dividindo-se o componente pelo seu erro-padrão: valores encontrados superiores a 1,96, são considerados significativos a 5% de probabilidade (SINGH & CHAUDHARY, 1979).

Utilizando os valores de D , F , A_1 , A_2 e h^2 estimaram-se:

a) grau médio de dominância ($g.\hat{m}.d$)

$$g.\hat{m}.d = \sqrt{A_1/D}.$$

Se o valor for igual a um, a dominância será completa, se for menor que um, a dominância será parcial; se for maior do que um, haverá sobredominância.

b) produto das frequências de genes com efeitos positivos e negativos.

O valor médio do produto das frequências gênicas (u v) de alelos de efeitos positivos e negativos em todos os locos que exibem dominância nos parentais é dado pela relação $uv = A_2/4A_1$. Esse quociente terá um valor máximo teórico de 0,25, quando a frequência de alelos positivos e negativos for igual a 0,5 ($u=v=0,5$). Valores superiores a 0,25 indicam falhas nas estimativas de H_1 e H_2 , de modo que deixa de detectar pequenas assimetrias.

c) proporção entre genes dominantes e recessivos.

A razão entre o número total de alelos dominantes (K_D) e o número total de recessivos (K_R) nos parentais é dada pela equação:

$$\frac{\bar{K}_D}{\bar{K}_R} = \frac{(4DA_1)^{1/2} + F}{(4DA_1)^{1/2} - F}$$

Esse valor, quando próximo de um, indica que a distribuição de genes dominantes e recessivos nos parentais é uniforme. Se for maior do que um, a razão indica a presença de mais alelos dominantes do que recessivos, ao passo que, se for menor do que um, haverá predominância de genes recessivos nas linhagens parentais. A presente razão presume que os efeitos gênicos sejam iguais.

d) número mínimo de genes com dominância

O número mínimo de genes ou blocos gênicos que exibem dominância nas linhagens parentais é dado pela relação:

$$R_D = \hat{h}^2 / \hat{A}_2$$

e) constância do grau de dominância por loco.

A constância do grau de dominância por loco é dada pela fórmula:

$$(u-v)h/d = \sqrt{\frac{(1/2 F)^2}{D (\hat{A}_1 - \hat{A}_2)}}$$

Esse valor, quando próximo de um, indica constância na razão h/d em todos os locos e corresponde a uma contribuição uniforme para o gmd do caráter. Essa expressão será próxima de zero quando os valores de h e d variarem independentemente nos diferentes locos. Só será válida quando as frequências dos genes dominantes e recessivos foram diferentes (MATHER & JINKS, 1982).

f) herdabilidade

Segundo a análise dialética de Jinks - Hayman, é possível calcular a herdabilidade no sentido restrito (h_r^2) e no sentido amplo (h_a^2). Esses parâmetros foram estimados de acordo com fórmulas dadas por MATHER & JINKS (1982):

$$\hat{h}_r^2 = \frac{\frac{1}{2} D + \frac{1}{2} \hat{A}_1 - \frac{1}{2} \hat{A}_2 - \frac{1}{2} F}{\frac{1}{2} D + \frac{1}{2} \hat{A}_1 - \frac{1}{4} \hat{A}_2 - \frac{1}{2} F + E}$$

$$\hat{h}_a^2 = \frac{\frac{1}{2}D + \frac{1}{2}A_1 - \frac{1}{4}A_2 - \frac{1}{2}F}{\frac{1}{2}D + \frac{1}{2}A_1 - \frac{1}{4}A_2 - \frac{1}{2}F + E}$$

Calculou-se o coeficiente de correlação (r) da soma $W_i + V_i$ com a produção média das linhas parentais ($\bar{Y}_i$). Esse coeficiente foi usado na avaliação do sentido de atuação dos genes dominantes. Se r for positivo e próximo de +1, os genes dominantes serão predominantemente negativos, isto é, atuarão no sentido de diminuição do caráter. Se r for próximo de -1, os genes dominantes serão predominantemente positivos, atuando no sentido de incremento do caráter.

Calculou-se também o limite de seleção teoricamente possível de ser obtido. Quando r^2 é próximo da unidade, a regressão de $\bar{Y}_i$ sobre $W_i + V_i$ ocorre, tornando possível prever o valor de linhagens completamente dominantes ou recessivas (limite de seleção entre genes com dominância). Os valores de V_i e W_i correspondentes à linhagem dos parentais hipoteticamente mais dominante (V_D, W_D) e mais recessivo (V_R e W_R), são, segundo HAYMAN (1954b):

$$\begin{aligned} V_D &= V_p \cdot x_1^2 & V_R &= V_p \cdot x_2^2 \\ W_D &= V_p \cdot x_1 & W_R &= V_p \cdot x_2 \end{aligned}$$

sendo x_1 e x_2 as raízes da equação: $(V_p)x^2 - (V_p)x + (\bar{W}_i - \bar{V}_i) = 0$.

Então, o valor do parental completamente dominante, segundo HAYMAN (1954b) e SINGH & CHAUDHARY (1979), é:

$$Y_D = \bar{Y}_i + r [(W_D + V_D) - (\bar{W}_i + \bar{V}_i)]$$

e o do parental completamente recessivo é:

$$Y_R = \bar{Y}_i + r [(W_R + V_R) - (\bar{W}_i + \bar{V}_i)]$$

O método de Jinks-Hayman impõe uma série de restrições ao modelo genético. Essas restrições devem ser testadas. Um teste estatisticamente satisfatório é a análise de variância das diferenças de $(W_i - V_i)$, pois esses valores são constantes no modelo aditivo-dominante (HAYMAN, 1954b). Quando ocorrem falhas nas hipóteses básicas, esperam-se alterações que modifiquem essa constância. Então, a heterogeneidade de $(W_i - V_i)$ é uma boa indicação dessas falhas, ao passo que a homogeneidade de $(W_i - V_i)$ implica aceitação da validade das hipóteses preconizadas.

Nos experimentos com repetições, depois de obtidos os valores das covariâncias (W_i) e variâncias (V_i) , para cada uma das repetições, faz-se uma análise de variância das diferenças de $(W_i - V_i)$ para cada caráter estudado. Esta análise de variância segue o modelo de blocos casualizados (HAYMAN, 1954b). Se o teste F detectar diferença significativa entre os valores de $(W_i - V_i)$ entre os arranjos, indica que alguma das restrições não foi obedecida e o modelo genético não é suficiente. Quando não houver diferença significativa entre os arranjos, rejeita-se a hipótese de heterogeneidade dos valores de $(W_i - V_i)$. Consequentemente, as hipóteses básicas são válidas, indicando que o modelo genético é adequado e a análise dialélica pode ser efetuada.

No caso da heterogeneidade das diferenças de $(W_i - V_i)$, pode-se identificar o parental que está ocasionando o problema, retirá-lo do conjunto e refazer as análises (MATHER & JINKS, 1982). Entretanto, este é um processo trabalhoso e que deve ser repetido para cada parental e caráter estudado.

Em delineamento inteiramente ao acaso, o teste possível é o de " t^2 ", que confere peso igual a W_i e V_i , através de uma rotação de 45° dos eixos, de modo que as coordenadas W_i e V_i tornam-se proporcionais a $(W_i + V_i)$ e $(W_i - V_i)$, respectivamente (HAYMAN, 1954b). Aplicou-se, também, o teste " t^2 ".

Após o teste dos valores de $(W_i - V_i)$ para homogeneidade, e no caso de aceitação dessa hipótese, fez-se a regressão de W_i sobre V_i para a análise gráfica, plotando-se a parábola limitante ($W_i^2 = V_p.V_i$), segundo HAYMAN (1954b).

O coeficiente "b" foi calculado de acordo com a fórmula abaixo:

$$b = \frac{\text{COV } (W_i, V_i)}{\text{Var } (V_i)}$$

e o erro de "b" foi calculado do seguinte modo:

$$s_b = [(\text{Var } W_i - b \text{ COV } W_i V_i) / \text{Var } V_i (n-2)]^{1/2}$$

O coeficiente de regressão "b" foi testado para significância ($b = 0$) e para desvios da unidade ($b = 1$) através do teste "t", como usualmente se faz (SINGH & CHAUDHARY, 1979).

O ponto de interseção (isto é: "a") da linha de regressão com o eixo W_i foi obtido através da equação: $a = \bar{W}_i - b \bar{V}_i$.

Essa análise gráfica é muito útil (HAYMAN, 1954; JANA, 1975; MATHER & JINKS, 1982), pois fornece três pontos básicos:

a) um teste de suficiência do modelo. Na ausência de epistasia e com distribuição independente dos genes entre os parentais, o coeficiente de regressão linear (b) deve ser igual a um;

b) uma medida do grau médio de dominância, através do ponto em que a linha de regressão corta a ordenada da W_i (Figura 1);

Figura 1. Relações teóricas entre W_i e V_i , para vários graus de dominância (HAYMAN, 1954b).

Obs.: A posição de cada ponto (W_i , V_i) sobre a reta indica a proporção de alelos dominantes e recessivos em cada parental.

$H_1 = 0 \rightarrow$ Ausência de dominância

$H_1 < D \rightarrow$ Dominância parcial

$H_1 = D \rightarrow$ Dominância completa

$H_1 > D \rightarrow$ Sobredominância

Em caso de sobredominância, a reta intersec - cionará o eixo (W_i) abaixo da origem; em caso de dominância, na origem; e, em caso de dominância parcial, acima da ori - gem. Na ausência de dominância, a reta será tangente à pa - rábola limitante.

c) distribuição de genes dominantes e recessivos entre os parentais.

As linhagens parentais recessivas situar-se-ão na extremidade superior da reta, próximas da parábola limi - tante. Linhagens parentais dominantes localizar-se-ão na extremidade inferior da reta, próximas da parábola limitan - te. Evidentemente, as cultivares parentais com frequência igual de genes dominantes e recessivos situar-se-ão na re - gião mediana.

3.8. ANÁLISE DIALÉLICA DE GRIFFING

Nesta análise utilizou-se o método 2, modelo misto B, definido por GRIFFING (1956).

O método 2 inclui os parentais e o conjunto dos $n(n-1)/2$ híbridos F_1 , sem incluir os recíprocos, o que implica que não haverá efeito de híbridos recíprocos. O modelo misto B é um modelo no qual os efeitos de tratamentos são fi - xos e os de blocos e do erro experimental são aleatô - rios.

O uso do modelo misto B decorre da escolha deliberada das cultivares parentais. O material experimental constitui a totalidade da população a respeito da qual podem ser tiradas conclusões válidas. Isso implica que to - das as inferências e conclusões possíveis devem ser limitadas ao material genético utilizado no presente estudo.

Quando se utiliza efeito de tratamento fixo, os objetivos da análise são a comparação das capacidades de combinação dos parentais, quando os próprios parentais são usados como testadores, e a identificação das combinações de mais alta produção. Assim, o maior interesse é estimar a diferença entre os efeitos da capacidade de combinação e obter erros-padrão apropriados para aquelas diferenças. Uma restrição necessária é que o erro (e_{ijk}) seja distribuído normalmente e independente, com média zero e variância σ_e^2 (GRIF-FING, 1956).

Com os "n" parentais utilizados (n=6), têm-se 15 híbridos Fl's e "t" tratamentos (t=21) em cada um dos "b" blocos (b=6).

Para a realização das análises, definiram-se:

a) notações de somatórios

$$y_{i.} = \sum_j y_{ij} = y_{i1} + y_{i2} + y_{i3} + y_{i4} + y_{i5} + y_{i6}$$

sendo $y_{ij} = y_{ji}$, pois não há efeito de recíprocos.

$$y_{..} = \sum_{i \leq j} y_{ij} = y_{11} + y_{12} + \dots + y_{22} + y_{23} + \dots + y_{66}$$

b) modelo estatístico

Considerou-se o mesmo modelo estatístico definido no item 3.4, ou seja:

$$y_{ijk} = \mu + T_{ij} + B_k + e_{ijk}$$

Na análise da capacidade de combinação, o efeiu

to de cultivares (tratamentos) é considerado em termos de efeitos para capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação, de tal modo que:

$$T_{ij} = g_i + g_j + s_{ij},$$

sendo: g_i = efeito da CGC do i -ésimo parental;
 g_j = efeito da CGC da j -ésima mãe;
 s_{ij} = efeito da CEC para o cruzamento do parental de ordem i com a mãe de ordem j .

Para testar as diferenças entre os efeitos da CGC, usou-se:

$$F \mid (n-1), m \mid = M_g / M_e'$$

As diferenças entre os efeitos da CEC foram testadas do seguinte modo:

$$F \mid n(n-1)/2, m \mid = M_s / M_e'$$

e os efeitos foram estimados do modo seguinte:

$$\hat{u} = \frac{2}{n(n+1)} y_{..} ;$$

$$\hat{g}_i = \frac{1}{n+2} (y_{i.} + y_{ii} - \frac{2}{n} y_{..}) ;$$

$$\hat{s}_{ij} = y_{ij} - \frac{1}{n+2} (y_{i.} + y_{ii} + y_{j.} + y_{jj}) + \frac{2}{(n+1)(n+2)} y_{..}$$

As variâncias dos efeitos e das diferenças entre os efeitos foram estimadas da forma seguinte:

$$\text{Var}(\hat{u}) = \frac{2}{n(n+1)} \hat{\sigma}^2 ;$$

$$\text{Var}(\hat{g}_i) = \frac{n-1}{n(n+2)} \hat{\sigma}^2 ;$$

$$\text{Var}(\hat{s}_{ii}) = \frac{n(n-1)}{(n+1)(n+2)} \hat{\sigma}^2 ;$$

$$\text{Var}(\hat{s}_{ij}) = \frac{n^2+n+2}{(n+1)(n+2)} \hat{\sigma}^2, \text{ com } i \neq j;$$

$$\text{Var}(\hat{g}_i - \hat{g}_j) = \frac{2}{n+2} \hat{\sigma}^2, \text{ com } i \neq j ;$$

$$\text{Var}(\hat{s}_{ii} - \hat{s}_{jj}) = \frac{2(n-2)}{n+2} \hat{\sigma}^2, \text{ com } i \neq j ;$$

$$\text{Var}(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{ik}) = \frac{2(n+1)}{n+2} \hat{\sigma}^2, \text{ com } i \neq j, k ; j \neq k .$$

Assim, como modelo estatístico para a análise da capacidade de combinação, feita com base na média das parcelas, foi considerado o seguinte:

$$y_{ij} = u + g_i + g_j + s_{ij} + \frac{1}{b} \sum_{k=1}^b e_{ijk}$$

com as restrições: $\sum_i \hat{g}_i = 0$

$$\sum_j \hat{s}_{ij} + \hat{s}_{ii} = 0 \text{ (para cada } i)$$

A análise de variância, para CGC e CEC para o método 2, modelo misto B foi realizada de acordo com o esquema da Tabela 4 (GRIFFING, 1956).

Tabela 4. Esquema da análise de variância para CGC e CEC, método 2, modelo misto B, e esperança dos quadrados médios.

F.V.	G.L.	SQ	QM	E(QM)
CGC	n-1	S_g	M_g	$\sigma^2 + (n+2) \left(\frac{1}{n-1} \right) \sum g_i^2$
CEC	$n(n-1)/2$	S_s	M_s	$\sigma^2 + \frac{2}{n(n-1)} \sum_i \sum_{j \leq i} s_{ij}^2$
Erro	m	S_e	M_e'	σ^2

sendo:

$$S_g = \frac{1}{n+2} \left[\sum_i (y_{i.} + y_{ii})^2 - \frac{4}{n} y_{..}^2 \right];$$

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

$$M_e' = M_e/b$$

M_e = quadrado médio do erro da ANAVA comum (Tabela 1).

m = número da G.L. do erro da ANAVA comum (Tabela 1).

O esquema da Tabela 4 é o utilizado para o método 2, modelo I. Como neste trabalho as análises foram feitas com as médias das parcelas, as análises da capacidade combinatória são as mesmas para o modelo misto B e modelo I. A única diferença são as suposições feitas para a esperança dos quadrados médios (GRIFFING, 1956).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar a apresentação dos resultados e a discussão, as cultivares parentais foram numeradas do modo seguinte:

- 1 = Linhagem P-14-8
- 2 = BGH 18
- 3 = BGH 3041
- 4 = Morrón
- 5 = Amarelo Italiano
- 6 = Agrônômico-10G

4.1. RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Os valores e respectivas significâncias dos quadrados médios e os coeficientes de variação da ANAVA, considerando a média da parcela, dos caracteres avaliados, são apresentados na Tabela 5.

Os quadrados médios para tratamentos (genótipos) e os seus desdobramentos (Parentais, Híbridos e P vs H) foram significativos a $\alpha = 0,01$, pelo teste F, para todos os caracteres avaliados, exceto P vs H referente a LOC, que não foi significativo. Esses resultados evidenciam a considerável variação existente nas cultivares utilizadas como parentais, a qual é essencial para se determinarem as estimativas do controle

Tabela 5. Valores e significância dos quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância, considerando a média da parcela, para os caracteres avaliados.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS						
		PTF	NTF	PPPF	PPNF	PMFA	PMRF	
Blocos	5	548835,0	46,73	204154,8	17,32	339,07	160,10	
Tratamentos	20	956628,0**	497,10**	321141,2**	60,03**	2050,02**	904,29**	
Parentais (P)	5	1037780,0**	989,94**	394577,2**	146,62**	2667,43**	1058,32**	
Híbridos (H)	14	625751,1**	321,47**	207475,3**	28,43**	1724,98**	866,32**	
P vs H	1	5183144,0**	491,69**	1545284,0**	69,53**	3513,36**	665,74**	
Erro	100	53485,1	21,20	21527,7	5,73	27,7	11,02	
C.V. (%)		11,8	11,7	17,2	18,3	7,2	6,4	

**; * = significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

ns = não significativo

Continua

PTF = produção total de frutos por planta
 NTF = número total de frutos por planta
 PPPF= produção precoce - peso dos frutos
 PPNF= produção precoce - número de frutos
 PMFA= peso médio dos frutos amostrados
 PMRF= peso médio real dos frutos

Tabela 5. Valores e significância dos quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância, considerando a média da parcela, para os caracteres avaliados. (continuação)

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		RC/L	LOC	ALT	DF	COMP	LARG
Blocos	5	0,1201	0,1252	84,94	16,40	228,74	18,99
Tratamentos	20	5,3497**	0,5014**	218,47**	35,10**	5403,95**	221,81**
Parentais (P)	5	14,9304**	0,9991*	250,91**	75,68**	12094,13**	456,97**
Híbridos (H)	14	2,2804**	0,3590**	182,44**	7,96**	3330,28**	147,97**
P vs H	1	0,4177**	0,0060ns	560,46**	212,29**	964,39**	79,68**
Erro	100	0,0259	0,0134	35,00	1,73	40,33	3,27
C.V. (%)		6,9	3,5	6,3	2,3	5,6	3,5

**, * = significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

ns = não significativo.

RC/L = relação entre comprimento e largura do fruto

LOC = número de lóculos por fruto

ALT = altura da planta

DF = número de dias para o florescimento

COMP = comprimento do fruto

LARG = largura do fruto

genético dos caracteres estudados. A significância de P vs H indica a presença de heterose nos híbridos.

Os coeficientes de variação foram, em geral, relativamente baixos (Tabela 5) para um experimento realizado em condições de campo. Isso comprova a eficiência do processo de amostragem realizado, ou seja, plantio de uma parcela maior (10 plantas) e amostragem de um número fixo (5) de plantas competitivas de cada parcela. Isto permitiu controlar grande parte do erro experimental, que é a falha de plantas nas parcelas, alterando o estande final. Em algumas espécies, cujas plantas perfilham, como o arroz e o trigo, ou em culturas com alta densidade de plantio, como a soja ou a cenoura, diferenças no estande podem não afetar muito a produtividade final. Entretanto, em culturas plantadas com maior espaçamento, como o tomate e o pimentão, falhas no plantio constituem grande fonte de erro experimental. Diferenças no estande podem ser corrigidas, por exemplo, através de uma análise de covariância, que é um procedimento estatístico correto, mas não substitui adequadamente a natureza biológica da planta e as interações com o ambiente.

4.2. AVALIAÇÃO DOS PARENTAIS E HÍBRIDOS E DA HETEROSE

4.2.1. PRODUÇÃO DE FRUTOS - PTF e NTF

Dentre as cultivares utilizadas como parentais, destacaram-se a 2 e a 5, quanto à PTF, com produtividade nitidamente superior à da cultivar-padrão, Agrônomo-10G (tratamento 6), produzindo 46,3% e 35,7%, respectivamente, mais do que a CP. A menos produtiva foi a 4, com 30% menos que a CP, situando-se isoladamente no grupo inferior, dentre todos os tratamentos, pelo teste de análise de conglomerados ("cluster analysis"), de SCOTT & KNOTT (1974) (Tabela 6).

Tabela 6. Médias da produção total de frutos por planta (PTF) e do número total de frutos por planta (NTF), valores da heterose (% MP e % PS) e rendimento, em relação à cultivar-padrão (% CP).

Tratamento	PTF				NTF			
	Médias* (g/planta)	Heterose		Rendimento % CP	Médias*	Heterose		Rendimento % CP
		% MP	% PS			% MP	% PS	
1	1595,4 D	-	-	106,3	30,6 D	-	-	98,1
2	2195,2 B	-	-	146,3	32,3 D	-	-	103,5
3	1467,1 D	-	-	97,8	49,0 B	-	-	157,1
4	1050,1 E	-	-	70,0	19,7 E	-	-	63,1
5	2036,5 B	-	-	135,7	54,0 A	-	-	173,1
6	1500,5 D	-	-	100,0	31,2 D	-	-	100,0
1x2	2130,5 B	112,4	97,1	142,0	36,0 D	114,5	111,5	115,4
1x3	1686,2 C	110,1	105,7	112,4	43,3 C	108,8	88,4	138,8
1x4	2043,4 B	154,5	128,1	136,2	28,5 D	113,3	93,1	91,3
1x5	2240,4 B	123,4	110,0	149,3	43,8 C	103,5	81,1	140,4
1x6	1828,1 C	118,1	114,6	121,8	33,8 D	109,4	108,3	108,3
2x3	1806,7 C	98,7	82,3	120,4	42,6 C	104,8	86,9	136,5
2x4	2234,3 B	137,7	101,8	148,9	32,5 D	125,0	100,6	104,2
2x5	2669,2 A	126,2	121,6	177,9	42,0 C	97,3	77,8	134,6
2x6	2509,9 A	135,8	114,3	167,3	39,4 C	124,1	122,0	126,3
3x4	1489,2 D	118,3	101,5	99,2	39,0 C	113,5	79,6	125,0
3x5	1874,4 C	107,0	92,0	124,9	56,8 A	110,3	105,2	182,1
3x6	2107,9 B	142,1	140,5	140,5	51,0 B	127,2	104,1	163,5
4x5	2338,1 A	151,5	114,8	155,8	40,8 C	110,7	75,6	130,8
4x6	1972,6 B	154,7	131,5	131,5	33,3 D	130,8	106,7	106,7
5x6	2415,7 A	136,6	118,6	161,0	45,0 C	105,6	83,3	144,2
DMS Tukey 5%	489,7	-	-	-	9,7	-	-	-

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de análise de conglomerados, de SCOTT & KNOTT (1974).

O teste de SCOTT & KNOTT (1974) é mais adequado para ensaios com grande número de tratamentos. Esse teste agrupa as médias dos tratamentos em grupos homogêneos, de modo que dentro do grupo as médias são iguais, mas com diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, sendo, portanto, de fácil compreensão e análise.

Em geral, os híbridos foram superiores às cultivares parentais. Os híbridos 2x5, 2x6, 4x5 e 5x6 destacaram-se em termos de PTF, diferindo significativamente dos demais tratamentos, e produziram 77,9%, 67,3%, 55,8% e 61,0%, respectivamente, mais do que a CP (Tabela 6).

Todos os híbridos, exceto 2x3, apresentaram heterose positiva para PTF, em relação à média dos pais (MP), com valores variáveis de 7,0% a 54,7%. O valor dessa heterose pode ser mais bem avaliado, com base na heterose que ocorreu em relação ao progenitor superior (% PS) e na magnitude do rendimento, em relação à cultivar-padrão, Agrônomo-10G (tratamento 6; Tabela 6). Com exceção do híbrido 3x4, os demais apresentaram rendimentos que variaram de 12,4% a 77,9% mais do que a CP (Tabela 6).

A ocorrência de valores significativos de heterose para produção de frutos (PTF) está de acordo com os resultados encontrados por vários autores (CIKLEEV, 1966; IKUTA & VENCOVSKY, 1970; SHIFRISS & RYLSKI, 1973; DIKII et alii, 1973; KHALF-ALLAH et alii, 1975a,b; BRAZ, 1982; PEARSON, 1983; UZO, 1984). A heterose foi maior em híbridos cujos parentais apresentaram maior divergência (Tabela 6), como ressaltam IKUTA & VENCOVSKY (1970), DIKIÍ et alii (1973), GILL et alii (1973) e FALCONER (1981).

Torna-se importante a verificação não só do peso total (PTF) como também do número total de frutos (NTF),

pois a classificação do pimentão é fundamentalmente baseada no tamanho dos frutos (BRAZ, 1982). Portanto, pouco valor comercial terá uma cultivar ou híbrido F_1 que apresentar alta produção/planta, mas elevada percentagem de frutos pequenos.

Em relação ao número total de frutos por planta (NTF), a cultivar 5 e o híbrido 3x5 diferiram significativamente dos demais tratamentos, situando-se no grupo superior, pelo teste de análise de conglomerados. O segundo melhor grupo foi formado pela cultivar 3 e pelo híbrido 3x6. A cultivar 4 novamente se situou isoladamente no grupo inferior, com o menor número de frutos por planta (Tabela 6). A cultivar 4 apresentou um rendimento 37% menor do que o da CP, enquanto a 3 e a 5 apresentaram 57,1% e 73,1%, respectivamente, mais do que a cultivar-padrão, quanto ao NTF (Tabela 6).

Para NTF, todos os híbridos, exceto 2x5, mostraram heterose positiva em relação à média dos pais (MP), com valores que variaram de 3,5% a 30,8%. Destacaram-se os híbridos 4x6 (30,8%), 3x6 (27,2%), 2x6 (24,1%) e 2x4 (25,0%). Em relação à cultivar-padrão, todos os híbridos foram superiores, exceto 1x4, com destaque para 3x5 e 3x6, com 82,1% e 63,5% mais do que a CP, respectivamente. Em relação ao melhor progenitor (%PS), a heterose foi pequena ou mesmo negativa, destacando-se o híbrido 2x6, com 22% mais que o PS (Tabela 6). Heterose positiva para NTF também foi encontrada por BETLACH (1967), IKUTA & VENCOVSKY (1970), KHALF-ALLAH *et alii* (1975b), ROCCHETTA *et alii* (1976), BRAZ (1982) e UZO (1984).

Analisando conjuntamente os caracteres PTF e NTF (Tabela 6), nota-se uma aparente contradição com os dados da literatura, pois número de frutos por planta não cons

tituiu o principal componente da produção, resultado este encontrado por BETLACH (1967), GILL et alii (1973, 1977) e ROCCHETTA et alii (1976).

4.2.2. PRODUÇÃO PRECOCE - PPPF e PPNF

Entre os parentais, a cultivar 2 foi a mais precoce, com relação à PPPF, enquanto a 4 foi a mais tardia, seguida pelas cultivares 3 e 6. Com relação à PPNF, as mais precoces foram a 3 e a 5, que se situaram no primeiro grupo, enquanto a 2 situou-se no terceiro grupo. A cultivar 4 constituiu isoladamente o último grupo, pela análise de conglomerados (Tabela 7, PPNF), sendo, outra vez, o pior dentre os 21 tratamentos.

Em geral, os híbridos foram mais precoces do que os parentais quanto à PPPF, destacando-se 1x2, 2x5, 2x6 e 5x6. Com relação à PPNF, os híbridos também foram mais precoces que os parentais, mas os melhores híbridos não diferiram das cultivares parentais 3 e 5. Essas duas cultivares produzem grande número de frutos, mas frutos pequenos. Os dados evidenciam algum grau de dominância para maturação precoce (Tabela 7). Segundo MANSOUR & HONMA (1967), os fatores que controlam a precocidade são qualitativos e dominantes.

Para PPPF, a heterose em relação à média dos pais foi positiva e alta, especialmente nos híbridos 1x4, 4x5 e 4x6, com rendimentos de 78,6%, 87,6% e 109,2%, respectivamente. Quanto à PPNF, também ocorreu heterose positiva, destacando-se o híbrido 4x6, com 70,7% mais do que a MP. Em todos esses híbridos citados como destaque figura a cultivar 4 como um dos parentais. Esta é uma cultivar tardia (Tabela 7) e que produz pequeno número de frutos por planta (Tabela 6), o que mostra novamente que os híbridos são mais precoces que os parentais. Ainda com relação à PPNF, merece

Tabela 1. Médias da produção precoce - peso dos frutos (PPNF), valores da heterose (% MP e % PS) e rendimento, em relação à cultivar-padrão (% CP).

Tratamento	PTF				NTF			
	Médias* (g/planta)	Heterose		Rendimento % CP	Médias*	Heterose		Rendimento % CP
		% MP	% PS			% MP	% PS	
1	815,1 C	-	-	123,8	12,7 B	-	-	107,6
2	997,9 B	-	-	151,6	10,8 C	-	-	91,5
3	539,2 D	-	-	81,9	15,7 A	-	-	133,1
4	259,4 E	-	-	39,4	3,2 D	-	-	27,1
5	791,2 C	-	-	120,2	17,4 A	-	-	147,5
6	658,3 D	-	-	100,0	11,8 B	-	-	100,0
1x2	1066,8 A	117,7	106,9	162,1	13,6 B	115,7	107,1	115,3
1x3	617,7 D	91,2	75,8	93,8	12,4 B	87,3	79,0	105,1
1x4	959,7 B	178,6	117,7	145,8	10,1 C	127,0	79,5	85,6
1x5	1039,1 B	129,4	127,5	157,8	14,9 A	99,0	85,6	126,3
1x6	883,9 B	120,0	108,4	134,3	12,4 B	101,2	97,6	105,1
2x3	875,1 C	102,2	78,7	119,3	14,0 B	105,7	89,2	118,6
2x4	899,6 B	143,1	90,1	136,7	9,5 C	135,7	88,0	80,5
2x5	1125,9 A	126,3	113,2	171,6	13,6 B	96,5	78,2	115,3
2x6	1230,8 A	148,6	123,3	187,0	15,0 A	132,7	127,1	127,1
3x4	606,1 D	151,8	112,4	92,1	12,9 B	136,5	82,2	109,3
3x5	725,6 C	109,1	91,7	110,2	17,8 A	107,6	102,3	150,8
3x6	815,7 C	136,2	123,9	123,9	16,0 A	116,4	101,5	135,6
4x5	985,7 B	187,6	124,6	149,7	12,8 B	124,3	73,6	108,5
4x6	959,8 B	209,2	145,8	145,8	12,8 B	170,7	108,5	108,5
5x6	1125,0 A	155,2	142,2	170,9	15,9 A	108,9	91,4	134,7
DMS Tukey 5%	310,7	-	-	-	5,1	-	-	-

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de análise de conglomerados, de SCOTT & KNOTT (1974).

destaque o híbrido 2x6, com 32,7% de heterose em relação à MP, e 27,1% melhor do que o pai superior, no caso a cultivar-padrão, Agrônômico-10G (Tabela 7), e relativamente bom aspecto comercial dos frutos.

Para o caráter PPPF, a heterose em relação ao pai superior foi positiva e alta em alguns casos. Os melhores híbridos foram 1x5, 5x6 e 4x6, com heterose de 27,5%, 43,2% e 45,8%, respectivamente. O rendimento em relação à CP foi bem mais expressivo, com valores de até 87,0% (Tabela 7). Esses números mostram que o valor prático da heterose depende do rendimento em relação ao parental superior e, quando possível, em relação a uma cultivar-padrão, como ressaltam PATERNIANI (1974), MIRANDA (1978) e BRAZ (1982).

Há várias maneiras de definir precocidade. Neste trabalho ela foi definida como a quantidade produzida nas duas primeiras colheitas, de um total de cinco. Entretanto, sem considerar a definição de precocidade, vários autores relataram heterose para este caráter. CIKLEEV (1966) encontrou até 108%, enquanto os pesquisadores egípcios KHALF-ALLAH et alii (1975b) encontraram valores de 25% a 100%, em relação ao pai mais precoce. Os resultados deste trabalho concordam com os da literatura (McARDLE & BOUWKAMP, 1983): os híbridos são, geralmente, mais precoces do que os parentais e a magnitude da heterose depende dos genótipos utilizados.

A produção precoce (Tabela 7) significou mais de 45% da produção total (PTF, Tabela 6), para os híbridos mais produtivos. Esse resultado está de acordo com a conclusão de GÓMEZ-GUILLAMÓN et alii (1983) de que a produção precoce é um importante componente da produção.

A produção precoce não é um caráter limitante para as condições brasileiras. Entretanto, pode

ser valiosa na região Sul do País, em plantios logo após o inverno. Normalmente, nas regiões temperadas os preços mais elevados ocorrem no início da estação de produção, quando cultivares precoces poderão ter mais valor.

4.2.3. PESO MÉDIO DOS FRUTOS - PMFA e PMRF

O peso médio dos frutos é um caráter prioritário no melhoramento de pimentão, pois frutos grandes e mais pesados são mais valorizados no comércio. As cultivares usadas tradicionalmente no Brasil produzem frutos grandes nas primeiras colheitas, com queda nas subseqüentes (CASA-LI et alii, 1984). Desse fato, surgiu a idéia de avaliar o peso médio dos primeiros oito frutos colhidos (PMFA) e o peso médio real de todos os frutos colhidos (PMRF) e verificar a correlação entre eles.

Com relação ao peso médio, todas as cultivares parentais diferiram estatisticamente entre si, exceto a 4 e a 6 em PMFA e a 1 e a 4 em PMRF. A cultivar 2 foi a que apresentou o maior peso médio e a 3 o menor, tanto para PMFA quanto para PMRF (Tabela 8). Dentre os 15 híbridos F₁ avaliados, dez apresentaram maior PMFA do que o PMFA dos parentais, exceto a cultivar 2. O híbrido 1x4 e a cultivar 2 apresentaram peso médio (PMFA) estatisticamente igual, cerca de 100 gramas por fruto, formando o grupo superior, pelo teste de análise de conglomerados. O segundo melhor grupo foi constituído pelos híbridos 2x4, 2x5 e 2x6, com médias de 94,3, 94,7 e 91,5 gramas por fruto, respectivamente (PMFA, Tabela 8). Os dados de PMRF são concordantes com os de PMFA, quanto à classificação das cultivares e híbridos, alterando-se basicamente os valores absolutos, pois o PMFA foi baseado em oito frutos nas duas primeiras colheitas e o PMRF foi o resultado médio da pesagem de todos os frutos.

Tabela 8. Médias do peso médios dos frutos amostrados (PMFA) e do peso médio real dos frutos (PMRF), valores da heterose (% MP e % PS) e rendimento, em relação à cultivar-padrão (% CP).

Tratamento	PMFA				PMRF			
	Médias* (g/planta)	Heterose		Rendimento % CP	Médias* (g/planta)	Heterose		Rendimento % CP
		% MP	% PS			% MP	% PS	
1	70,9 E	-	-	114,2	51,9 D	-	-	109,0
2	101,6 A	-	-	163,6	68,2 A	-	-	143,3
3	40,4 I	-	-	65,1	30,0 H	-	-	63,0
4	64,6 F	-	-	104,0	52,9 D	-	-	111,1
5	49,7 H	-	-	80,0	37,4 G	-	-	78,6
6	62,1 F	-	-	100,0	47,6 E	-	-	100,0
1x2	88,1 C	102,1	86,7	141,9	59,6 C	99,3	87,4	125,2
1x3	55,5 G	99,7	78,3	89,4	39,2 G	95,7	75,5	82,4
1x4	99,8 A	147,3	140,8	160,7	71,9 A	137,2	135,9	151,1
1x5	78,1 D	129,5	110,1	125,8	51,1 D	114,4	98,5	107,4
1x6	76,2 D	114,6	107,5	122,7	54,1 D	108,7	104,2	113,7
2x3	64,1 F	90,3	63,1	103,2	42,3 F	86,2	62,0	88,9
2x4	94,3 B	113,5	92,8	151,9	69,3 A	114,5	101,6	145,6
2x5	94,7 B	125,2	93,2	152,5	63,4 B	120,1	93,0	133,2
2x6	91,5 B	111,8	90,1	147,3	63,7 B	110,0	93,4	133,8
3x4	51,8 H	98,7	80,2	83,4	38,3 G	92,4	72,4	80,5
3x5	49,7 H	110,3	100,0	80,0	32,7 H	97,0	87,4	68,7
3x6	56,0 G	109,3	90,2	90,2	41,3 F	106,4	86,8	86,8
4x5	87,4 C	152,9	153,3	140,7	57,1 C	126,5	107,9	120,0
4x6	80,2 D	126,6	124,1	129,1	59,3 C	118,0	112,1	124,6
5x6	80,7 D	144,4	130,0	130,0	53,5 D	125,9	112,4	112,4
DMS Tukey 5%	11,1	-	-	-	7,0	-	-	-

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de análise de conglomerados, de SCOTT & KNOTT (1974).

Verificou-se heterose positiva, em relação à MP, na maioria dos híbridos, para PMFA e PMRF. No caráter PMFA, destacaram-se 4x5, 1x4 e 5x6, com valores de 52,9%, 47,3% e 44,4%, respectivamente. Esses híbridos também mostraram heterose significativa em relação ao PS e bom rendimento em relação à CP. Com relação ao PMRF, destacaram-se os mesmos híbridos (4x5, 1x4 e 5x6), observando-se a mesma tendência verificada para o caráter PMFA, embora com menor valor de heterose (Tabela 8).

Os valores da heterose (% MP e % PS) para peso médio dos frutos diferiram dos encontrados por KHALF - ALLAH et alii (1975b), que não verificaram heterose para esse caráter. Entretanto, BRAZ (1982), trabalhando com três parentais, dois dos quais incluídos no presente estudo ('Agrônomo-10G' e 'BGH 18'), encontrou heterose para peso médio dos frutos, variando de 5,6% a 12,5% da MP; sendo que essa pesquisadora não encontrou heterose em relação ao pai superior. Em geral, não se espera heterose para peso médio dos frutos, pois frutos pequenos são parcialmente dominantes sobre frutos grandes, principalmente quando os parentais são bem divergentes quanto ao tamanho do fruto.

4.2.4. TAMANHO DO FRUTO - COMP e LARG

O tamanho do fruto (comprimento e largura) é um caráter de grande importância na comercialização "in natura" do pimentão, uma vez que o mercado brasileiro valoriza frutos grandes.

O teste de análise de conglomerados dividiu as seis cultivares parentais e os 15 híbridos F₁ em 11 grupos diferentes entre si para o caráter comprimento do fruto (COMP) e em oito grupos diferentes para o caráter largura do fruto (LARG). Isso dá uma boa indicação das diferenças exis

tentes entre os tratamentos com relação a ambos os caracteres (Tabela 9).

Com relação ao COMP, destacou-se a cultivar 5, com 181,6 mm/fruto, diferindo significativamente dos demais tratamentos. A seguir, destacaram-se os híbridos 2x5 e 5x6, que constituíram o segundo grupo em comprimento, com média em torno de 155 mm/fruto. A cultivar 2, com 147,2 mm/fruto, constituiu, isoladamente, o terceiro grupo (Tabela 9).

Com relação à heterose para COMP, ela foi positiva, mas pequena em relação à MP (2,7% a 16,7%). Com relação ao PS, apenas três híbridos mostraram pequena heterose positiva, 1x3, 1x6 e 3x6, com 7,8%, 9,4% e 11,7%, respectivamente. A cultivar-padrão apresentou comprimento médio do fruto de 93,7 mm, situando-se no penúltimo grupo, pelo teste de análise de conglomerados (COMP, Tabela 9).

Para largura do fruto (LARG), verificou-se pequena heterose positiva (<14%) em relação à MP, em oito dos 15 híbridos. Com relação ao PS, apenas 1x4 mostrou 8,0% de heterose positiva. Apenas quatro dos 15 híbridos mostraram-se mais largos do que a CP (Tabela 9). Como as cultivares parentais são bem divergentes quanto ao comprimento e largura do fruto, eram esperados valores expressivos de heterose. Entretanto, tal não ocorreu, indicando herança predominantemente aditiva desses caracteres.

A pequena heterose verificada para comprimento do fruto pode ser explicada pela herança qualitativa do caráter, havendo dominância para menor tamanho do fruto (McARDLE & BOUWKAMP, 1983). Também, em trabalho de pesquisa realizado em Israel, verificou-se que o comprimento do fruto é muito influenciado pelo ambiente, principalmente a temperatura noturna (RYLSKI, 1973; PÁDUA, 1983). No Canadá, POLO-

Tabela 9. Médias do comprimento (COMP) e da largura (LARG) dos frutos, valores da heterose (% MP e % PS) e rendimento, em relação à cultivar-padrão(% CP).

Tratamento	COMP				LARG			
	Médias* (mm/fruto)	Heterose		Rendimento % CP	Médias* (mm/fruto)	Heterose		Rendimento % CP
		% MP	% PS			% MP	% PS	
1	86,7 J	-	-	92,5	55,4 C	-	-	104,7
2	147,2 C	-	-	157,1	52,4 D	-	-	99,1
3	85,3 J	-	-	91,0	47,2 F	-	-	89,2
4	63,6 K	-	-	67,9	57,7 B	-	-	109,1
5	181,6 A	-	-	193,8	33,6 H	-	-	63,5
6	93,7 I	-	-	100,0	52,9 D	-	-	100,0
1x2	120,1 F	102,7	81,6	128,2	53,1 D	98,5	95,8	100,4
1x3	93,5 I	108,7	107,8	99,8	49,5 E	96,5	89,4	93,6
1x4	86,1 J	114,6	99,3	91,9	62,3 A	110,2	108,0	117,8
1x5	142,3 D	106,1	78,4	151,9	47,3 F	106,3	85,4	89,4
1x6	102,5 H	113,6	109,4	109,4	54,4 C	100,5	98,2	102,8
2x3	116,3 G	100,0	79,0	124,1	47,9 F	96,2	91,4	90,5
2x4	107,3 H	101,8	72,9	114,5	56,8 B	103,2	98,4	107,4
2x5	154,6 B	94,0	85,1	165,0	48,7 E	113,3	92,9	92,1
2x6	125,8 F	104,4	85,5	134,3	52,7 D	100,1	99,6	99,6
3x4	86,9 J	116,7	101,9	92,7	51,4 D	98,0	89,1	97,2
3x5	123,9 F	92,8	68,2	132,2	43,2 G	106,9	91,5	81,7
3x6	104,4 H	116,6	111,7	111,4	50,1 E	100,1	94,7	94,7
4x5	131,7 E	107,4	72,5	140,7	51,9 D	113,7	89,9	98,1
4x6	85,7 J	109,0	91,5	91,5	58,5 B	105,8	101,4	110,6
5x6	156,0 B	113,3	85,0	166,5	46,4 F	107,3	87,7	87,7
DMS Tukey 5%	13,4	-	-	-	3,8	-	-	-

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de análise de conglomerados, de SCOTT & KNOTT (1974).

WICK & SAWHNEY (1985) verificaram que em regime de alta temperatura (28°C diurna/18°C noturna) os frutos apresentaram maior comprimento, maior largura e maior peso fresco em comparação com frutos produzidos em regime de baixa temperatura (18°C diurna/15°C noturna).

A largura do fruto é um caráter quantitativo, sendo a distribuição dos F_1 e F_2 intermediária entre os parentais (McARDLE & BOUWKAMP, 1983). A pequena heterose para largura do fruto pode também ser explicada pela pequena diferença entre os parentais, quanto ao número de lóculos por fruto (Tabela 10), caráter que exerce grande influência na largura do fruto (CASALI et alii, 1984).

4.2.5. RELAÇÃO ENTRE COMPRIMENTO E LARGURA (RC/L) e NÚMERO DE LÓCULOS POR FRUTO (LOC)

A importância da relação entre comprimento e largura do fruto reside no hábito de classificar os frutos, quanto à forma, em três tipos, de acordo com a RC/L. O tipo "quadrado" tem o comprimento igual à largura, com RC/L igual a 1,0; o tipo "comprido" possui comprimento maior que a largura, formato cônico e razão igual a 1,75, admitindo-se, atualmente, RC/L igual a 2,0, e o tipo "intermediário" apresenta RC/L entre 1,0 e 1,75 (SOUZA & CASALI, 1984).

Todas as cultivares parentais apresentaram diferenças significativas entre si, exceto a 3 e a 6, que foram iguais na RC/L. A maior RC/L foi a da cultivar 5 (RC/L = 5,42), o que significa um fruto bem comprido. A menor RC/L (= 1,10) foi a do parental 4, o que indica comprimento pouco superior à largura, e os frutos podem ser definidos como de formato cônico-arredondado. As cultivares 3 e 6 apresentaram RC/L de 1,81 e 1,78, respectivamente, como era de esperar de cultivares definidas como de frutos cônicos (Tabela

Tabela 10. Médias da relação entre comprimento e largura do fruto (RC/L) e do número de lóculos por fruto (LOC), valores da heterose (% MP e % PS) e rendimento, em relação à cultivar-padrão (% CP).

Tratamento	RC/L				LOC			
	Médias*	Heterose		Rendimento	Médias*	Heterose		Rendimento
		% MP	% PS			% MP	% PS	
1	1,56 H	-	-	87,6	3,5 A	-	-	100,0
2	2,82 D	-	-	158,4	3,6 A	-	-	102,9
3	1,81 G	-	-	101,7	3,1 C	-	-	88,6
4	1,10 I	-	-	61,8	3,7 A	-	-	105,7
5	5,42 A	-	-	304,5	2,6 D	-	-	74,3
6	1,78 G	-	-	100,0	3,5 A	-	-	100,0
1x2	2,26 F	103,2	80,1	127,0	3,6 A	101,4	100,0	102,9
1x3	1,89 G	112,2	104,4	106,2	3,2 C	97,0	91,4	91,4
1x4	1,38 H	103,8	88,5	77,5	3,6 A	100,0	97,3	102,9
1x5	3,01 D	86,2	55,5	169,1	3,3 B	108,2	94,3	94,3
1x6	1,88 G	112,6	105,6	105,6	3,5 A	100,0	100,0	100,0
2x3	2,43 E	105,0	86,2	136,5	3,2 C	95,5	88,9	91,4
2x4	1,89 G	96,4	67,0	106,2	3,6 A	98,6	97,3	102,9
2x5	3,18 C	77,2	58,7	178,7	3,3 B	106,5	91,7	94,3
2x6	2,39 E	103,9	84,8	134,3	3,5 A	98,6	97,2	100,0
3x4	1,69 G	116,2	93,4	94,9	3,1 C	91,2	83,8	88,6
3x5	2,86 D	79,1	52,8	160,7	2,7 D	94,7	87,1	77,1
3x6	2,09 F	116,4	115,5	117,4	3,2 C	97,0	91,4	91,4
4x5	2,54 E	77,9	46,9	142,7	3,1 C	98,4	83,8	88,6
4x6	1,44 H	100,0	80,9	80,9	3,6 A	100,0	97,8	102,9
5x6	3,37 B	93,6	62,2	189,3	3,1 C	101,6	88,6	88,6

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de análise de conglomerado, de SCOTT & KNOTT (1974).

10). Os híbridos apresentaram uma RC/L intermediária entre os parentais. Apenas três híbridos, 1x3, 1x6 e 3x6, mostraram pequena heterose positiva em relação ao PS, de 4,4%, 5,6% e 11,5%, respectivamente. Em relação à MP, também ocorreu pequena heterose (<16,5%) em oito dos 15 híbridos (Tabela 10).

Quanto ao número de lóculos por fruto (LOC), as cultivares 1, 2, 4 e 6 foram semelhantes, diferindo da 3, diferindo esta da 5. Esta última apresentou o menor número de lóculos por fruto, com média de 2,6. Nos casos em que houve diferença significativa entre os parentais, os F1's foram intermediários quanto ao número de lóculos. Isso indica dominância parcial para menor número de lóculos, o que está de acordo com a conclusão de McARDLE & BOUWKAMP (1983). A heterose em relação à MP, em geral, foi pequena e negativa, sendo positiva apenas em dois dos 15 híbridos. A heterose em relação ao PS foi pequena e negativa em todos os casos (Tabela 10).

A importância do caráter número de lóculos (septos) por fruto é devida à sua influência na largura e firmeza dos frutos. Frutos com quatro lóculos permitem um padrão mais uniforme, com superfície mais lisa, protuberâncias e depressões pouco aparentes. Também, seria esperada maior firmeza e largura em frutos com quatro lóculos, comparados aos de três lóculos, que é o número mais comum nas cultivares nacionais (CASALI et alii, 1984).

4.2.6. ALTURA DA PLANTA (ALT) E NÚMERO DE DIAS PARA O FLORESCIMENTO (DF)

Há uma tendência de os melhoristas brasileiros liberarem novas cultivares com porte de planta cada vez maior, visando obter maior produtividade. A espécie tem há-

bito de crescimento dicotômico, e em cada bifurcação, geralmente, ocorre uma flor, e, conseqüentemente, um fruto. Quanto maior o número de frutos, em geral, menor é o peso deles. Também, como afirmam CASALI et alii (1984), há correlação entre altura da planta e alguns caracteres de valor agrônômico na cultura do pimentão.

Com relação à altura das plantas (ALT), as cultivares parentais foram divididas em dois grupos diferentes entre si. Isso mostra a pouca divergência genética existente entre os parentais, o que concorreu para a pequena heterose verificada em relação à MP (<14,0%) e em relação ao PS (<9,0%, Tabela 11).

O caráter número de dias para o florescimento (DF) serve também para se medir precocidade. Como se contou o número de dias apenas até o aparecimento da primeira flor, pode não ser esta a melhor maneira de definir o caráter. A cultivar 4 é nitidamente a mais tardia, diferindo significativamente dos demais tratamentos. As cultivares parentais 1, 2, 5 e 6 não diferiram entre si, situando-se no grupo intermediário. A cultivar 3 foi a mais precoce, diferindo das demais cultivares, mas não dos híbridos mais precoces (Tabela 11).

Em geral, os híbridos foram mais precoces que os parentais, seguindo a mesma tendência verificada para os caracteres PPPF e PPNF. A heterose para o caráter DF foi sempre negativa, tanto em relação à MP como em relação ao PS. Todos os híbridos foram mais precoces do que a cultivar-padrão (Tabela 11). Segundo MANSOUR & HONMA (1967), este é um caráter qualitativo e há dominância para menor número de dias para a primeira antese.

Tabela 11. Médias da altura da planta (ALT) e do número de dias para o florescimento (DF), valores da heterose (% MP e % PS) e rendimento, em relação à cultivar-padrão (% CP).

Tratamento	ALT				DF			
	Médias* (cm/planta)	Heterose		Rendimento % CP	Médias*	Heterose		Rendimento % CP
		% MP	% PS			% MP	% PS**	
1	85,8 C	-	-	96,1	57,9 B	-	-	99,0
2	81,5 C	-	-	91,3	58,3 B	-	-	99,7
3	94,8 B	-	-	106,2	55,7 C	-	-	95,2
4	96,6 B	-	-	108,2	65,9 A	-	-	112,1
5	97,5 B	-	-	109,2	57,6 B	-	-	98,5
6	89,3 C	-	-	100,0	58,5 B	-	-	100,0
1x2	88,1 C	105,3	102,7	98,7	56,1 C	96,6	96,9	95,9
1x3	103,2 A	114,3	108,9	115,6	55,0 C	96,8	98,7	94,0
1x4	92,9 C	101,0	96,2	104,0	55,3 C	89,3	95,5	94,5
1x5	96,2 B	105,0	98,7	107,7	55,5 C	96,1	96,4	94,9
1x6	89,3 C	102,0	100,0	100,0	56,8 B	97,6	98,1	97,1
2x3	95,7 B	108,6	100,9	107,2	55,1 C	96,7	98,9	94,2
2x4	88,3 C	99,2	91,4	98,9	57,7 B	92,9	99,0	98,6
2x5	90,5 C	101,1	92,8	101,3	56,9 B	98,2	98,8	97,3
2x6	96,3 B	112,8	107,8	107,8	57,4 B	98,3	98,5	98,1
3x4	99,7 A	104,2	103,2	111,6	55,1 C	90,6	98,9	94,2
3x5	100,2 A	104,2	102,8	112,2	54,3 C	95,9	97,5	92,8
3x6	100,3 A	109,0	105,8	112,3	54,8 C	96,0	98,4	93,7
4x5	91,9 C	94,7	94,3	102,9	56,9 B	92,1	98,8	97,3
4x6	94,9 B	102,1	98,2	106,3	57,7 B	92,8	98,6	98,6
5x6	106,1 A	113,6	108,8	118,8	56,9 B	98,0	98,8	97,3
DMS Tukey 5%	12,5	-	-	-	2,8	-	-	-

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de análise de conglomerados, de SCOTT & KNOTT (1974).

** Considerou-se o pai mais precoce como superior (PS).

4.2.7. AVALIAÇÃO GERAL DOS PARENTAIS E HÍBRIDOS

Entre as cultivares parentais destacaram-se a 2 e a 5, em termos de produtividade e de outros caracteres de interesse agrônomo (Tabelas 6 a 11). Entretanto, essas cultivares apresentam defeitos que, se corrigidos, permitirão a sua utilização comercial com alguma vantagem.

A cultivar 2 (BGH 18) apresentou frutos grandes, lisos, uniformes, firmes, de elevado peso médio e de polpa espessa. É uma cultivar precoce e produtiva, mas apresenta duas desvantagens: a) os frutos imaturos são de cor verde-clara, enquanto o mercado prefere frutos de cor verde-escura; b) não tem resistência ao vírus Y.

A cultivar 5 ('Amarelo Italiano') é muito produtiva, apresentou frutos bem compridos e de coloração verde-clara, quando imaturos, e amarela, quando maduros. Essa cultivar pode ser comercializada como pimenta-doce, à semelhança da 'Agrônomo-11' (NAGAI, 1979). Também apresenta os mesmos defeitos da 2, ou seja, frutos de cor verde - clara e falta de resistência ao vírus Y.

A cor verde do fruto imaturo é controlada geneticamente por uma série de fatores dominantes, que são responsáveis pela intensidade da clorofila. Para isto foi proposto um mecanismo de ação gênica acumulativo; a presença de qualquer par de genes resulta na cor verde-clara do fruto, enquanto dois pares dá uma cor verde mais intensa e a presença de quatro pares de genes confere ao fruto a cor verde-escura (CASALI et alii, 1984). A resistência ao vírus Y é controlada monogenicamente e pode ser facilmente incorporada pelo processo de retrocruzamentos sucessivos, segundo NAGAI (1968, 1971, 1983).

Quanto aos híbridos avaliados neste trabalho, considerando a produtividade e os demais caracteres avaliados, numa rápida avaliação do seu provável valor comercial, destacaram-se os seguintes: 1x2, 1x4, 2x4, 2x5, 2x6, 4x5, 4x6 e 5x6. Como principais defeitos anotaram-se a coloração verde-clara dos híbridos com as cultivares 2 e 5 e frutos pouco cônicos (compridos e finos).

Neste ponto cabe a pergunta: será vantajosa a produção comercial de híbridos F_1 de pimentão no Brasil?

A resposta é afirmativa, tendo por base os resultados deste trabalho e a literatura consultada. Além das vantagens inerentes ao uso de híbridos F_1 , há os seguintes pontos importantes:

a) nível elevado de heterose que se obtém em produção (peso) de frutos e em outros componentes da produção;

b) firmas particulares poderão investir no melhoramento da espécie, pois o controle das linhagens parentais do F_1 garante às firmas o domínio da cultivar híbrida;

c) é relativamente fácil encontrar boas combinações híbridas em pimentão, a partir de parentais que apresentam diversidade genética, frutos grandes, polpa espessa, cruzando-se cultivares de frutos cônicos com cônicos ou cônicos com alongados. Para não se ter problema de formato do fruto no F_1 , basta escolher parentais com três, quatro ou cinco lóculos, caso de grande parte das cultivares de pimentão.

4.3. CORRELAÇÕES GENOTÍPICA (r_G), FENOTÍPICA (r_F) E DE AMBIENTE (r_E)

As estimativas dos coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e de ambiente entre os doze caracteres avaliados neste trabalho, tomados dois a dois, são apresentadas nas Tabelas 12, 13 e 14, respectivamente.

Pela análise das Tabelas 12 e 13, pode-se notar que, para todos os pares de caracteres, os sinais dos coeficientes de correlação genotípica e fenotípica foram iguais, sem exceção.

Nota-se, também, nas Tabelas 12 e 13 grande similaridade entre os coeficientes r_G e r_F . Além de ser de mesmo sinal, ambos apresentam semelhança na magnitude e no nível de significância, com apenas três exceções: NTF vs RC/L, com $r_G = -0,915^{**}$ e $r_F = -0,056_{ns}$; PPNF vs RC/L, com $r_G = 0,629^{**}$ e $r_F = 0,008_{ns}$; e LOC vs ALT, com $r_G = -0,634^{**}$ e $r_F = -0,190_{ns}$ (Tabelas 12 e 13). Em vista dessa similaridade, serão enfocadas com maiores detalhes as correlações genotípicas, uma vez que têm maior valor prático nos trabalhos de melhoramento.

Na maior parte dos casos, as correlações genotípicas foram ligeiramente superiores às fenotípicas. Estas duas, em geral, foram superiores às correlações de ambiente (Tabelas 12, 13 e 14). Pode-se, portanto, concluir que há uma tendência de maior contribuição dos fatores genéticos que dos de ambiente nas correlações entre os caracteres estudados. Resultados semelhantes foram obtidos por BRAZ (1982), também com pimentão.

Normalmente, o melhorista faz seleção simultânea para vários caracteres correlacionados entre si. Ao em

Tabela 12. Estimativa dos coeficientes de correlação genotípica (r_G) entre os doze caracteres avaliados.

(1)	NTF	PPPF	PPNF	PMFA	COMP	LARG	RC/L	LOC	PMRF	ALT	DF
PTF	0,274ns	0,950**	0,412ns	0,663**	0,749**	-0,168ns	0,520*	-0,044ns	0,526*	-0,094ns	-0,372ns
NTF		0,106ns	0,927**	-0,520*	0,548*	-0,873**	0,659**	-0,915**	-0,656**	0,576**	-0,691**
PPPF			0,344ns	0,745**	0,625**	0,009ns	0,368ns	0,154ns	0,620**	-0,243ns	-0,366ns
PPNF				-0,356ns	0,576**	-0,764**	0,629**	-0,759**	-0,507*	0,391ns	-0,794**
PMFA					0,237ns	0,530*	-0,060ns	0,648**	0,979**	-0,576**	0,147ns
COMP						-0,699**	0,935**	-0,465*	0,083ns	0,030ns	-0,232ns
LARG							-0,860**	0,888**	0,649**	-0,453*	0,317ns
RC/L								-0,666**	-0,178ns	0,190ns	-0,197ns
LOC									0,753**	-0,634**	0,485*
PMRF										-0,606**	0,300ns
ALT											-0,263ns

** ; * = significativos, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, segundo FISHER & YATES (1963, p. 63).
ns = não significativo.

(1) PTF = produção total de frutos por planta
NTF = número total de frutos por planta
PPPF = produção precoce - peso dos frutos
PPNF = produção precoce - número de frutos
PMFA = peso médio dos frutos amostrados
COMP = comprimento do fruto

LARG = largura do fruto

RC/L = relação entre comprimento e largura do fruto

LOC = número de lóculos por fruto

PMRF = peso médio real dos frutos

ALT = altura da planta

DF = número de dias para o florescimento.

Tabela 13. Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F) entre os doze caracteres avaliados.

(1)	NTF	PPPF	PPNF	PMFA	COMP	LARG	RC/L	LOC	PMRF	ALT	DF
PTF	0,303 ns	0,925**	0,412ns	0,652**	0,731**	-0,152ns	0,504*	-0,035ns	0,516*	-0,067ns	-0,358ns
NTF		0,125ns	0,894**	-0,498*	0,538*	-0,842**	0,643**	-0,056ns	-0,641**	0,532*	-0,658**
PPPF			0,387ns	0,729**	0,608**	0,018ns	0,356ns	0,094ns	0,584**	-0,203ns	-0,361ns
PPNF				-0,328ns	0,551**	-0,716**	0,008ns	-0,712**	-0,479*	0,355ns	-0,745**
PMFA					0,237ns	0,530*	-0,060ns	0,640**	0,971**	-0,525*	0,136ns
COMP						-0,691**	0,935**	0,458*	0,084ns	0,035ns	-0,230ns
LARG							0,856**	0,874**	0,644**	-0,412ns	0,306ns
RC/L								-0,658**	-0,176ns	0,178ns	-0,055ns
LOC									0,743**	-0,190ns	0,462*
PMRF										-0,554**	0,28ns
ALT											-0,232ns

**, * = significativos, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, FISHER & YATES (1963, p. 63).
ns = não significativo.

(1) PTF = produção total de frutos por planta
NTF = número total de frutos por planta
PPPF = produção precoce - peso dos frutos
PPNF = produção precoce - número de frutos
PMFA = peso médio dos frutos amostrados
COMP = comprimento do fruto

LARG = largura do fruto
RC/L = relação entre comprimento e largura do fruto
LOC = número de lóculos por fruto
PMRF = peso médio real dos frutos
ALT = altura da planta
DF = número de dias para o florescimento

Tabela 14. Estimativa dos coeficientes de correlação de ambiente (r_E) entre os doze caracteres avaliados.

(1)	NTF	PPPF	PPNF	PMFA	COMP	LARG	RC/L	LOC	PMRF	ALT	DF
PTF	0,868**	0,544**	0,431**	0,459**	0,280**	0,346**	-0,029ns	0,191ns	0,306**	0,184ns	-0,105ns
NTF		0,457**	0,507**	0,278**	0,226*	0,222*	0,010ns	0,072ns	-0,129ns	0,188ns	0,039ns
PPPF			0,881**	0,467**	0,272**	0,309**	0,049ns	0,139ns	0,258**	0,118ns	-0,287**
PPNF				0,218*	0,204*	0,145ns	0,107ns	0,002ns	0,005ns	0,109ns	-0,129ns
PMFA					0,266**	0,556**	-0,078ns	0,315**	0,391**	-0,028ns	-0,242*
COMP						0,038ns	0,796**	-0,125ns	0,203*	0,213*	-0,202*
LARG							-0,453**	0,211*	0,319**	0,112ns	-0,041ns
RC/L								-0,241*	-0,021ns	0,169ns	-0,169ns
LOC									0,241*	-0,051ns	-0,110ns
PMRF										-0,039ns	-0,214*
ALT											0,039ns

** ; * = significativos, a 1% e 5% de probabilidade, segundo FISHER & YATES (1963, p. 63).
ns = não significativo

(1) PTF = produção total de frutos por planta
NTF = número total de frutos por planta
PPPF = produção precoce - peso dos frutos
PPNF = produção precoce - número de frutos
PMFA = peso médio dos frutos amostrados
COMP = comprimento do fruto

LARG = largura do fruto
RC/L = relação entre comprimento e largura do fruto
LOC = número de lóculos por fruto
PMRF = peso médio real dos frutos
ALT = altura da planta
DF = número de dias para o florescimento

pregar a correlação, como auxílio a um programa de seleção, deve-se considerar que a associação diretamente observada entre caracteres representa a correlação entre valores fenotípicos. Essa correlação pode conduzir a erros, uma vez que em sua constituição intervêm uma fração genética e outra de ambiente (FALCONER, 1981). Então, torna-se importante a verificação de que a porção genotípica constitui, em grande parte, a correlação fenotípica, pois assim o fenótipo reflete mais adequadamente o genótipo. Nessas condições, o valor prático das correlações dependerá do seu sinal e da sua magnitude.

Mais de 50% dos coeficientes de correlação genotípica e fenotípica foram de alta magnitude, com r_G e r_F maior que 0,5 e estatisticamente significativos, a 1% ou 5% de probabilidade, segundo FISHER & YATES (1963, p.63). Normalmente, os melhoristas de plantas consideram 0,5 como um alto coeficiente de correlação. A razão disto é que não há uma definição segura do número de graus de liberdade para se testarem as correlações. Esse assunto tem sido motivo de controvérsia entre os estatísticos. Assim, a significância das correlações deve ser vista com reservas, principalmente a de ambiente, testada com 100 graus de liberdade (G.L. do erro, ANAVA comum, Tabela 1).

Observou-se positiva e alta correlação genotípica entre produção total (PTF) e os caracteres PPPF ($r_G = 0,950^{**}$), COMP ($r_G = 0,749^{**}$), RC/L ($r_G = 0,520^*$), PMFA ($r_G = 0,663^{**}$) e PMRF ($r_G = 0,526^*$) (Tabela 12). Vários autores chegaram a resultados semelhantes, embora utilizando genótipos diferentes (BETLACH, 1967; GILL et alii, 1973 e 1977; ROCCHETTA et alii, 1976; BRAZ, 1982; GÓMEZ - GUILLAMÓN, 1983). Essas correlações indicam que esses caracteres são importantes componentes da produção. Não se verificou corre

lação genotípica entre produção total (PTF) e NTF, PPNF, LARG, LOC, ALT e DF (Tabela 12).

Número de frutos (NTF), apresentou correlação alta e positiva com ALT ($r_G = 0,532^*$ e $r_F = 0,576^{**}$) e correlação alta ($>0,52$), porém negativa, com peso médio dos frutos (PMFA e PMRF; Tabelas 12 e 13), o que é explicado pela própria biologia da planta, que apresenta um crescimento dicotômico. Assim, à medida que a planta cresce, aumenta o número de ramificações, de flores e de frutos. Consequentemente, em razão da competição entre eles por assimilados, os frutos são menores e de menor peso médio. De fato, a correlação genotípica e fenotípica entre a altura da planta (ALT) e o peso médio dos frutos (PMFA e PMRF) foi negativa, porém alta em magnitude ($>0,520$). Altura da planta também não se correlacionou com o comprimento do fruto e RC/L, como pode ser visto nas Tabelas 12 e 13. Correlação alta e positiva entre os caracteres produção, número de frutos e altura da planta pode ser encontrada em cultivares com frutos pequenos, como ressaltam GÓMEZ - GUILLAMÓN et alii (1983).

Utilizando-se este germoplasma em programas de melhoramento genético, a seleção para plantas produtivas, com frutos grandes e de elevado peso médio não conduzirá necessariamente à seleção de plantas altas e com maior número de frutos, já que não se verificou correlação da produção (PTF) com NTF e ALT. Os resultados acima descritos são conflitantes com os encontrados por ROCCHETTA et alii (1976), BRAZ (1982), GÓMEZ-GUILLAMÓN et alii (1983) e DEPESTRES et alii (1985). Essa divergência relaciona-se com as diferenças no material genético trabalhado. Isso ressalta a importância de estudos básicos ao se iniciar um trabalho de melhoramento com determinada espécie e população.

A alta correlação da produção (PTF) com PPPF e COMP pode ser de grande valor nos trabalhos de seleção nessa população. O melhorista pode avaliar apenas o primeiro terço do ciclo produtivo. Além disso, produção precoce e comprimento do fruto são caracteres de fácil avaliação.

No Brasil, a cultura do primentão tem ciclo maior e faz-se maior número de colheitas do que nas regiões temperadas. Assim, atenção especial deve ser dispensada à seleção de linhagens com frutos maiores, não apenas nas primeiras colheitas, mas durante todo o ciclo da cultura. Os produtores brasileiros têm conseguido estabilidade no tamanho do fruto através do manejo da adubação, o que aumenta os custos de produção (CASALI et alii, 1984).

A correlação genotípica entre NTF e os demais caracteres foi alta e significativa, exceto com PPPF e PTF. A correlação foi positiva com PPNF, COMP, RC/L e ALT e negativa com PMFA, PMRF, LARG, LOC e DF (Tabela 12). A não-correlação entre PTF e NTF diverge dos resultados de GILL et alii (1977), ROCCHETTA et alii (1976), OLIVEIRA (1978) e BRAZ (1982). Segundo BETLACH (1967), a produção total depende da interação do número com o peso médio dos frutos. Isto é válido principalmente em cultivares mais precoces e de frutos grandes, como pode ser observado por meio da comparação dos resultados das Tabelas 6 a 9.

Nas cultivares utilizadas nas regiões temperadas, a produção precoce é um importante componente da produção. No germoplasma trabalhado, a PPPF apresentou correlação genotípica positiva e de alta magnitude com PMFA, PMRF e COMP, além de PTF, já mencionada (Tabela 12). Entretanto, PPPF não mostrou correlação significativa com NTF, PPNF, LARG, RC/L, LOC, ALT e DF, estas duas últimas negativas. Essas correlações mostram que a produção precoce (PPPF) dependeu do peso médio e do tamanho do fruto, à semelhança de PTF.

Além das correlações já mencionadas, o peso médio dos frutos correlacionou-se positivamente com o número de lóculos (LOC vs PMFA, $r_G = 0,648^{**}$; LOC vs PMRF, $r_G = 0,753^{**}$) e largura do fruto (LARG vs PMFA, $r_G = 0,530^*$; LARG vs PMRF, $r_G = 0,649^{**}$). Mas, PMFA e PMRF não se correlacionaram com o comprimento do fruto (Tabela 12). A não-correlação do peso médio com comprimento do fruto pode ser explicada pela associação entre maior comprimento do fruto e menor teor de matéria seca em frutos cônicos, segundo CASALI et alii (1984).

Os dois processos de avaliação do peso médio dos frutos (PMFA e PMRF) foram altamente correlacionados entre si, com $r_G = 0,979^{**}$ e $r_F = 0,971^{**}$. As correlações genotípicas e fenotípicas desses dois caracteres com os demais foram semelhantes (Tabelas 12 e 13). Então, nos trabalhos de seleção, o caráter peso médio pode ser avaliado nas primeiras colheitas, facilitando o trabalho do melhorista.

O comprimento do fruto ainda se correlacionou genotipicamente com RC/L ($r_G = 0,935^{**}$), PPNF ($r_G = 0,576^{**}$), LOC ($r_G = -0,465^*$), além das correlações já citadas com LARG, PTF, NTF e PPPF (Tabela 12). A largura do fruto (LARG) apresentou correlação genotípica negativa com os caracteres RC/L ($r_G = -0,860^{**}$), ALT ($r_G = -0,453^*$), e COMP ($-0,699^{**}$),

e positiva com LOC ($r_G = 0,888^{**}$), como pode ser observado na Tabela 12.

Analisando conjuntamente as Tabelas 12 e 14, observa-se que, dentre as 66 combinações possíveis entre os 12 caracteres, tomados dois a dois, em apenas 14 delas a correlação de ambiente foi superior à genotípica. Nesses casos, esta última assumiu valores de baixa magnitude e não-significativos. Entretanto, há que considerar que, em apenas dois dos 14 casos, a correlação de ambiente assumiu valores consideráveis; isto se verificou nas correlações entre PTF e NTF ($r_G = 0,274^{ns}$; e $r_E = 0,868^{**}$) e entre PPPF e PPNF ($r_G = 0,344^{ns}$ e $r_E = 0,881^{**}$). Segundo FALCONER (1981), a maior magnitude da correlação de ambiente é observada entre dois caracteres com baixas herdabilidades.

Além das diferenças em magnitude entre as correlações genotípicas e de ambiente, observa-se, em 30% dos casos (20 em 66), diferenças de sinais entre elas (Tabelas 12 e 14). A diferença de sinal indica que as causas de variação genética e de ambiente afetam os caracteres por meio de diferentes mecanismos fisiológicos (FALCONER, 1981).

Para a grande maioria dos pares de caracteres, a correlação de ambiente apresentou baixa magnitude. Em apenas seis casos o r_E foi maior do que 0,5, e em 74% dos pares de caracteres o valor de r_E foi menor do que 0,3 (Tabela 14). Logo, acredita-se que o ambiente tem pouca influência nas correlações fenotípicas.

As correlações de ambiente entre PTF e NTF, PTF e PPPF, NTF e PPNF, PPPF e PPNF, PMFA e LARG e COMP e

e RC/L foram altas ($>0,5$) e positivas (Tabela 14). Isso mostra que esses caracteres são afetados pelas mesmas condições de ambiente e de maneira semelhante (FALCONER, 1981).

As divergências verificadas entre os resultados deste trabalho e os constantes na literatura consultada são normais e mesmo esperadas, em razão da diferença no germoplasma trabalhado. De fato, as conclusões sobre essas correlações são aplicáveis somente ao conjunto dos genótipos utilizados. Como são cultivares homozigóticas e foram previamente escolhidas, as cultivares parentais não são representativas de toda a população de pimentão. Na análise de variância (item 3.4), os tratamentos (genótipos) foram considerados como de efeito fixo.

4.4. ANÁLISE DIALÉLICA DE JINKS-HAYMAN

4.4.1. TESTE DE SUFICIÊNCIA DO MODELO GENÉTICO

As análises de variância referentes ao teste de homogeneidade dos valores ($\bar{W}_i - \bar{V}_i$) não se mostraram significativas para produção total de frutos por planta (PTF), número total de frutos por planta (NTF), produção precoce-peso dos frutos (PPPF), produção precoce-número de frutos (PPNF), altura da planta (ALT) e número de lóculos por fruto (LOC) (Tabela 15). A não-significância permite a aceitação da hipótese de homogeneidade dos valores de ($\bar{W}_i - \bar{V}_i$) e a aplicação da análise de Jinks-Hayman a esses caracteres.

Para peso médio dos frutos amostrados (PMFA), peso médio real dos frutos (PMRF), comprimento do fruto (COMP), largura do fruto (LARG), relação entre comprimento e largura do fruto (RC/L) e número de dias para o florescimento (DF), as análises de variância dos valores de ($\bar{W}_i - \bar{V}_i$) mostraram-se significativas ($\alpha \leq 0,05$) (Tabela 15). Esse fato indica que

Tabela 15. Resultados do teste de suficiência do modelo genético (HAYMAN, 1954b).

Caracteres	ANOVA $(W_i - V_i)^2$		Teste t^2		Coeficiente b e teste t^2 (4G.L.)	
	Valor F	signific.	1/	Valor t^2 signific.	valor de "b"	b=0 b=1
PTF	1,259	n.s.		0,266	n.s.	0,826 ** n.s.
NTF	1,780	n.s.		0,045	n.s.	0,704 4/ n.s.
PPPF	1,721	n.s.		4,494	n.s.	0,674 ** * 5/
PPNF	1,184	n.s.		0,00017	n.s.	0,900 * n.s.
ALT	0,524	n.s.		0,456	n.s.	1,002 * n.s.
LOC	2,550	n.s.		0,460	n.s.	0,870 ** n.s.
PMFA	14,271	**		4,189	n.s.	0,498 * *
PMRF	11,012	**		3,155	n.s.	0,545 * n.s.
COMP	6,004	**		1,215	n.s.	1,127 ** n.s.
LARG	3,374	*		0,017	n.s.	0,981 ** n.s.
RC/L	5,521	**		0,009	n.s.	0,994 ** n.s.
DF	4,550	**		1,286	n.s.	0,874 ** n.s.

1/ **: * significativo a 1% e 5%, respectivamente.

2/ ANAVA Comum. Se F for significativo, rejeita-se a hipótese de homogeneidade de $(W_i - V_i)$.
3/ t^2 tem distribuição F, com 1 e 4 G.L. Corresponde ao teste t^2 usual, com os valores $\sqrt{t^2}$ e 4 G.L. Esse teste corresponde ao teste t^2 , para $b = 1$.

4/ Significativo ao nível de $\alpha < 0,10$.

5/ Fica no limite de significância de $\alpha = 0,05$.

para esses caracteres o modelo de Jinks-Hayman não é suficiente; portanto, esta análise dialélica não se aplica.

Como se pode notar na Tabela 15, os resultados dos testes de "análise de variância de $(W_i - V_i)$ " e " t^2 " não são concordantes, o que demonstra que esses testes não são realmente absolutos.

O teste do coeficiente de regressão " b " completa a análise da validade das hipóteses, já que indica presença ou ausência de epistasia.

Na Tabela 15 encontram-se os resultados do teste de " b ". Os resultados não indicam presença de epistasia para os caracteres PTF, NTF, PPPF, PPNF, ALT e LOC.

4.4.2. PRODUÇÃO TOTAL DE FRUTOS POR PLANTA (PTF)

A regressão de W_i em V_i , $b = 0,826 \pm 0,181$ (Tabela 15 e Figura 2), não diferiu de zero ($\alpha = 0,01$), mas diferiu de um, mostrando que o modelo aditividade-dominância é adequado, não havendo evidência de ação gênica epistática. A correlação negativa entre $(W_i + V_i)$ e a produção ($\bar{Y}_i$), média das cultivares parentais ($r = -0,708^*$; Tabela 16), indica que alelos dominantes predominantemente, mas não exclusivamente, atuam no sentido de aumentar a produção de frutos de pimentão. A ordem de dominância foi 3, 1, 2, 5, 6, 4, no sentido do parental mais dominante para o mais recessivo, com pequena diferença entre as quatro primeiras cultivares parentais. De fato, a cultivar menos produtiva, a 4 (Tabela 6), encontra-se na parte superior da reta (Figura 2), indicando maior proporção de genes recessivos, enquanto as mais produtivas (cultivares 2 e 5; Tabela 6) encontram-se na parte inferior do gráfico, indicando que essas cultivares contêm alta proporção de genes dominantes. As cultivares 1 e 3, apesar de

Tabela 16. Estimativa dos componentes de variação do dialelo (HAYMAN, 1954b) para PTF.

Componente	Estimativa $\pm$ erro-padrão(1)	Outros parâmetros	Estimativas
$\bar{D}$	$152944,0 \pm 20484^*$	$(A_1/\bar{D})^{1/2}$	1,38
$\bar{F}$	$23119,6 \pm 49258_{ns}$	$A_2/4A_1$	0,21
A_1	$290192,8 \pm 60010^*$	R_D/R_R	1,12
A_2	$239211,2 \pm 52278^*$		
$\bar{h}^2$	$579612,0 \pm 30795^*$	$\bar{h}^2/A_2$	2,42
$\bar{E}$	$53491,2 \pm 8716^*$	$(u-v)h/d$	0,13
$D - A_1$	$-137248,8 \pm 25929^*$	r	-0,708

(1) O valor absoluto do componente, dividido pelo seu erro-padrão, quando $>1,96$, é significativo, a $\alpha = 0,05$.

Figura 2. Regressão de W_i em V_i para produção total de frutos por planta (PTF).

não diferirem da 6, quanto ao caráter PTF (Tabela 6), contêm mais genes dominantes para produção do que esta última (Figura 2). Entretanto, as cultivares 1 e 3 foram pouco produtivas. Isto pode ser explicado pela possível existência de fatores genéticos e, ou, ambientais que afetaram a produção das cultivares 1 e 3.

O fato de H_2 , componente de dominância, ter diferido significativamente de zero indica a existência de algum grau de dominância. O valor de $(\hat{D}-\hat{H}_1)$ é negativo e significativo, indicando sobredominância para o caráter PTF. De fato, o grau médio de dominância ($g.m.d. = (\hat{H}_1/\hat{D})^{1/2} = 1,38$) estimado indica sobredominância (Tabela 16), o que também pode ser visto na análise gráfica (Figura 2), já que a reta intercepta a ordenada W_i abaixo da origem, no ponto $a = -5126,2$. THAKUR et alii (1980) também encontraram sobredominância para a produção total.

Há pelo menos dois genes ou blocos gênicos que exibem dominância para o caráter PTF, pois $\hat{h}^2/\hat{H}_2 = 2,42$. A razão entre o número de genes dominantes e o número de genes recessivos é de 1:1, aproximadamente, pois $R_D/R_R = 1,12$). De fato, o valor de F, que mede a frequência relativa dos alelos dominantes e recessivos, não é significativo, indicando que genes dominantes e recessivos têm frequência semelhante entre as seis cultivares parentais envolvidas neste estudo. Considerando que os genes dominantes têm efeito positivo para o caráter PTF e os recessivos têm efeito negativo ($r = -0,708^*$), a razão uv deveria ser igual a 0,25 ($uv = 1/2 \times 1/2 = 0,25$), valor que é maior do que o estimado ($\hat{H}_2/4\hat{H}_1 = 0,21$), o que mostra que há uma pequena assimetria nas frequências de alelos favoráveis e desfavoráveis para PTF nos parentais. A razão $(u-v)h/d = 0,13$ indica que não há uma proporção constante de efeitos dominantes (h) e aditivos (d) nos locos que controlam o caráter PTF, ou seja, h e d variam independente-

mente nos diferentes locos (Tabela 16). O coeficiente de correlação entre os valores ($W_i + V_i$) e $\bar{Y}_i$ ($r = -0,708$ e $r^2 = 0,501$) não permite uma estimativa confiável do limite seletivo para PTF.

Os valores altamente significativos dos componentes D e $\hat{H}_1$ (Tabela 16) revelam a presença de efeitos aditivos e de dominância. O fato de $(D - \hat{H}_1) < 0$ indica que a variância de dominância é de maior magnitude para o caráter PTF. Esse fato contradiz a literatura, pois muitos pesquisadores consideram que em plantas autógamas a variabilidade genética é predominantemente aditiva (MOLL & STUBER, 1974), mas concorda quanto à afirmativa de que efeitos não-aditivos estão frequentemente presentes. A predominância de efeitos gênicos aditivos foi encontrada por SILVETTI & GIOVANNELLI (1976) e MILKOVA (1982). Esses autores também verificaram a presença de efeitos de dominância para produção em pimentão. Por sua vez, KHALF-ALLAH et alii (1975a, b) encontraram maior predominância de efeitos não-aditivos e menor contribuição da variância aditiva, resultados que são semelhantes aos encontrados no presente trabalho.

Com base na presença de efeitos aditivos e de dominância na população estudada, um programa de melhoramento genético, visando obter cultivares mais produtivas, pode ser planejado com boas possibilidades de sucesso, tanto para a seleção de linhagens homozigóticas como para a exploração de híbridos F_1 , nesse último caso tendo em vista a presença de sobredominância para o caráter PTF.

4.4.3. NÚMERO TOTAL DE FRUTOS POR PLANTA (NTF)

O coeficiente de regressão de W_i em V_i , $b = 0,704 \pm 0,306$ (Figura 3), não diferiu de um, mas diferiu de

zero a um nível de significância menor do que 10% e maior do que 5% (Tabela 15). Esse resultado não indica presença de efeito epistático para NTF, sendo devido, talvez, à baixa precisão na estimativa de "b". Quando se fez uma estimativa de "b" para cada um dos seis blocos, verificou-se que em cinco blocos experimentais o coeficiente "b" foi bem próximo da unidade, não diferindo de um ao nível fiducial de $\alpha \leq 0,05$, mas em um dos blocos o coeficiente "b" foi baixo ($b = 0,5$), diferindo significativamente de um. Tal bloco deve ter contribuído para a baixa precisão na estimativa de "b" quando se considerou o conjunto das seis repetições. De qualquer modo, os resultados apresentados para esse caráter devem ser vistos com cuidado.

A correlação entre $(W_i + V_i)$ e $\bar{Y}_i$ foi quase nula, não permitindo concluir sobre o sentido de atuação dos genes dominantes, nem predizer o possível limite seletivo.

A baixa precisão na estimativa de $\hat{H}_1$, $\hat{H}_2$ e $\hat{F}$ (Tabela 17) prejudica uma análise mais completa dos componentes e parâmetros estimados. Como $\hat{H}_2$ não diferiu de zero, isso indicaria ausência de dominância. Nesse caso, $D - \hat{H}_1 > 0$ e significativo, não confirma nem anula a hipótese de ausência de dominância, podendo significar também dominância incompleta. Na análise gráfica (Figura 3), a reta intercepta a ordenada W_i acima da origem, no ponto $a = 33,98$, próximo ao ponto de interseção da reta tangente à parábola, que é $B = 1/4D = 39,54$, quando $\hat{H}_1 = 0$. A indicação mais adequada seria ou ausência de dominância para número total de frutos por planta ou dominância incompleta em pequeno grau.

A ocorrência de heterose para NTF em 14 dos 15 híbridos F_1 avaliados, com valores variando de 3,5% a 30,8%, em relação à média dos pais (Tabela 6), indica a existência de algum grau de dominância. Também a estimativa de

Tabela 17. Estimativa dos componentes de variação do dialelo (HAYMAN, 1954b) para NTF.

Componente	Estimativa $\pm$ erro-padrão(1)	Outros parâmetros	Estimativas
D	158,17 $\pm$ 8,13*	$(\hat{H}_1/D)^{1/2}$	0,40
F	19,34 $\pm$ 19,55ns	$A_2/4A_1$	0,19
A_1	25,31 $\pm$ 23,82ns	$R_D/\bar{K}_R$	1,36
A_2	19,08 $\pm$ 20,75ns		
$\hat{h}^2$	49,01 $\pm$ 12,22*	$\hat{h}^2/\hat{A}_2$	2,57
E	21,20 $\pm$ 3,46*	$(u-v)h/d$	0,31
D - A_1	132,86 $\pm$ 10,29*	r	0,067

(1) O valor absoluto do componente, dividido pelo seu erro-padrão, quando $>1,96$, é significativo, a $\alpha = 0,05$.

Figura 3. Regressão de W_i em V_i para número total de frutos por planta (NTF).

de h^2 reflete a presença de dominância, pois h^2 é a diferença entre a média dos n^2 elementos da tabela dialélica e a média dos n parentais, elevada ao quadrado. Como essa estimativa é elevada e significativa, isso indica a existência de algum grau de dominância. Portanto, pode-se concluir definitivamente que trata-se de dominância incompleta para NTF. O grau médio de dominância foi estimado como $(H_1/D)^{1/2} = 0,40$ (Tabela 17). Pode-se, portanto, inferir que algum problema em um dos parentais ou em poucos cruzamentos específicos conduziu a uma baixa estimativa dos componentes referentes à ação gênica dominante. Os pesquisadores SILVETTI & GIOVANNELLI (1976) comprovaram dominância incompleta para número de frutos por planta.

Na verdade, ausência de dominância e dominância incompleta em pequeno grau refletem a maior influência da variância aditiva na herança do caráter. Pelo próprio erro experimental inerente aos experimentos agrícolas, na prática é difícil obter dados bem conclusivos sobre ausência de dominância.

Pelo menos três genes ou blocos gênicos exibem dominância para NTF ($\hat{h}^2/\hat{H}_2 = 2,57$). Os alelos com algum grau de dominância predominam em número sobre os recessivos, na proporção aproximada de 3:1 ($K_D/K_R = 1,36$; Tabela 17). Tal proporção indicaria uma razão $uv = 1/4 \times 3/4 = 0,1875$, praticamente igual ao valor estimado por $\hat{H}_2/4\hat{H}_1 = 0,19$ e menor do que o valor esperado de 0,25. Isso mostra que há uma assimetria na frequência dos alelos positivos e negativos. A razão $(u-v)h/d = 0,31$ indica que os genes de efeitos dominante e aditivo variam independentemente nos diferentes locos. Então, a dominância incompleta para NTF é, mais provavelmente, o resultado da dominância incompleta em todos os locos do que dominância completa em alguns locos e ausência de dominância em outros (MATHER & JINKS, 1982).

O valor estimado para $(D-A_1) > 0$, com boa precisão (Tabela 17), mostra a predominância do efeito gênico aditivo no controle do caráter NTF. Significativa variância genética aditiva para NTF foi encontrada por MILKOVA (1982) e SILVETTI & GIOVANNELLI (1976). Esses últimos também verificaram forte efeito do ambiente na expressão desse caráter. Resultados diversos são relatados por KHALF-ALLAH et alii (1975a, b), que encontraram maior efeito de ação gênica dominante para NTF.

Com base na presença de significativa variância aditiva, seleção para maior número de frutos nessa população seria muito efetiva. Entretanto, maior número de frutos está associado a menor tamanho e menor peso médio dos frutos e maior altura da planta, como pode ser visto no item 4.3.

4.4.4. PRODUÇÃO PRECOCE-PESO DOS FRUTOS (PPPF)

A regressão de W_i em V_i foi $b = 0,674 \pm 0,116$, valor que diferiu de zero e de um a $\alpha = 0,05$. Embora com "b" diferindo de um, este caráter foi analisado, porque "b" fica no limite de significância de $\alpha = 0,05$ (Tabela 15). Também, quando se estimou o coeficiente "b" para cada um dos seis blocos experimentais, os resultados indicaram que em cinco deles o coeficiente "b" foi diferente de zero e igual à unidade. Tudo indica que a ocorrência de algum problema em um dos blocos ocasionou a baixa precisão na estimativa de "b". Na Tabela 15, o teste de " t^2 " foi não-significativo, a $\alpha = 0,05$. Esse teste, " t^2 ", corresponde ao teste de $b = 1$; portanto, não houve uma real concordância nos testes. A baixa precisão na estimativa de "b" prejudica uma melhor análise dos componentes de variação, a qual deve ser vista com cuidado.

Como o componente $\hat{H}_2$ é maior do que zero (Tabela 18), há uma indicação da existência de algum grau de dominância. Na análise gráfica, a reta intercepta a ordenada W_i ligeiramente abaixo da origem, com $a = -8325,96$, indicando sobredominância ou dominância completa (Figura 4). Entretanto, o valor de $(D - \hat{H}_1)$ é negativo e significativo, a $\alpha = 0,05$, indicando tratar-se realmente de sobredominância. De fato, o valor estimado para o grau médio de dominância $(\hat{H}_1/D)^{1/2} = 1,25$ (Tabela 18), indica também sobredominância para o caráter PPPF.

A estimativa de $\hat{h}^2/\hat{H}_2 = 2,77$ revela a existência de pelo menos três genes ou blocos gênicos que exibem dominância para o caráter PPPF. O valor estimado para F é menor do que o valor estimado para o seu erro-padrão, portanto, $F = 0$, indicando que genes dominantes e recessivos têm frequência semelhante entre as seis cultivares parentais utilizadas no presente estudo. A razão entre o número de alelos dominantes e o de recessivos é de 5:4, aproximadamente, pois $\hat{R}_D/\hat{R}_R = 1,23$. Considerando que os genes dominantes exercem um efeito positivo para PPPF e os recessivos um efeito negativo, tal razão indicaria um valor $uv = 5/9 \times 4/9 = 0,247$, valor que difere do estimado por $\hat{H}_2/4\hat{H}_1$, 0,19 (Tabela 18). Desse modo, fica claro que nas cultivares parentais há uma assimetria nas frequências dos alelos com efeitos positivos e negativos que controlam a PPPF. A contribuição para o g.m.d. de cada um dos locos que controlam o caráter não é uniforme, como mostra a razão $(u-v)h/d = 0,21$ (Tabela 18).

A análise da Figura 4 e do coeficiente de regressão, $r = -0,706$ (Tabela 18), revela que os genes dominantes atuam predominantemente, mas não exclusivamente, no sentido de maior precocidade, sendo a cultivar 4 a que possui maior número de genes recessivos, situando-se na parte superior da reta, enquanto que as cultivares com maior nú-

Tabela 18. Estimativa dos componentes de variação do dialelo (HAYMAN, 1954b) para PPPF.

Componente	Estimativa $\pm$ erro-padrão(1)	Outros parâmetros	Estimativas
D	57032,8 $\pm$ 9124,2*	$(A_1/D)^{1/2}$	1,25
F	14853,6 $\pm$ 21938,5ns	$A_2/4H_1^2$	0,19
A_1	89584,4 $\pm$ 26727,2*	R_D/R_R	1,23
A_2	66991,2 $\pm$ 23283,4*	h^2/A_2	2,77
h^2	185355,2 $\pm$ 13715,5*	$(u-v)h/d$	0,21
E	21526,3 $\pm$ 3881,8*		
D - A_1	-23551,4 $\pm$ 11548,4*	r	-0,706

(1) O valor absoluto do componente, dividido pelo seu erro-padrão, quando $>1,96$, é significativo, a $\alpha = 0,05$.

Figura 4. Regressão de W_i em V_i para produção precoce - peso dos frutos (PPPF).

mero de genes dominantes para PPPF situam-se na parte inferior da reta, próximas da parábola limitante (Figura 4). A ordem de dominância foi 3, 1, 2, 5, 6, 4, no sentido do pai mais precoce para o mais tardio. O valor de r^2 , 0,5, não permite uma estimativa confiável do limite seletivo.

A magnitude dos componentes $\hat{H}_1$ e $\hat{D}$ e o fato de que $\hat{H}_1 > \hat{D}$, sendo ambos os componentes significativos a $\alpha = 0,05$ (Tabela 18), revelam a maior importância da variância de dominância para o caráter PPPF, muito embora a variância aditiva seja também importante. Esse resultado é semelhante ao encontrado por KHALF-ALLAH et alii (1975b) e ao resultado encontrado neste trabalho para PTF (item 4.3.2).

Com base na presença de sobredominância para o caráter PPPF nas cultivares parentais estudadas, um programa para a exploração da heterose para produção precoce em híbridos F_1 pode ser planejado com ótimas possibilidades de sucesso. Como variância aditiva e de dominância estão presentes e com boa magnitude, seleção para linhagem mais precoce seria outra alternativa para explorar a variabilidade genética presente nas cultivares parentais utilizadas neste trabalho.

4.4.5. PRODUÇÃO PRECOCE-NÚMERO DE FRUTOS (PPNF)

O valor do coeficiente b , igual a $0,900 \pm 0,214$ (Tabela 15, Figura 5), não revela presença de epistasia, sendo o modelo aditivo-dominante adequado. O sinal negativo e a magnitude do coeficiente de correlação r de $(W_i + V_i)$ com a produção $(\bar{Y}_i)$ média das linhagens parentais (Tabela 19) mostram que os genes dominantes são predominantemente, mas não

exclusivamente, positivos, ou seja, atuam no sentido de incremento do caráter produção precoce-número de frutos. De fato, a cultivar 4 foi a que produziu menor número de frutos precoces (PPNF, Tabela 7), e na Figura 5 esta cultivar situa-se na parte superior da reta, o que mostra que contém maior quantidade de alelos recessivos para PPNF. A ordem de dominância foi 1, 6, 2, 3, 5, 4, no sentido do parental com maior número de alelos dominantes para o parental com maior número de alelos recessivos. A magnitude do coeficiente de regressão de $(W_i + V_i)$ sobre $\bar{Y}_i$ ($r = -0,602$ e $r^2 = 0,362$) não permite estimar com segurança o limite seletivo para PPNF.

O valor estimado para o componente H_2 não diferiu de zero ($\hat{H}_2 = 3,69 \pm 3,89$; Tabela 19) o que indicaria ausência de dominância para o caráter PPNF. Na ausência de dominância, o valor esperado para os componentes $\hat{H}_2$, $\hat{H}_1$ e $\hat{F}$ é zero. Nesse caso, $\hat{H}_2$ e $\hat{H}_1$ não diferiram de zero, mas $\hat{F} = 12,54 \pm 3,66$ foi significativamente diferente de zero ao nível fiducial de $\alpha = 0,05$. A magnitude e o sinal positivo do componente $\hat{F}$ (Tabela 19) indicam que alelos dominantes são mais frequentes na população parental do que alelos recessivos. Assim, isso implicaria a existência de algum grau de dominância. A análise gráfica (Figura 5), por sua vez, revela existência de dominância incompleta, pois a reta intercepta a ordenada W_i acima da origem, no ponto $a = 0,875$, e o coeficiente b , igual a $0,900$, é bem próximo de um, conferindo precisão ao traçado da reta. No caso de ausência de dominância ($H_1 = 0$), teoricamente, a reta é tangente à parábola limitante (HAYMAN, 1954b) e intercepta a ordenada W_i no ponto $B = 1/4D$. No presente caso, o valor de B , igual a $1/4 \times 24,12 = 6,03$, é bem diferente do valor encontrado para "a" igual a $0,875$, confirmando a existência de dominância incompleta. O grau médio de dominância foi estimado como $(\hat{H}_1/D)^{1/2} = 0,48$. Vale ressaltar que, quando H_1 é estimado com pouca precisão, isto é, H_1 é igual ou próximo a zero, o valor de $(\hat{D} - \hat{H}_1) > 0$

Tabela 19. Estimativa dos componentes de variação do dialelo (HAYMAN, 1954b) para PPNF.

Componente	Estimativa $\pm$ erro-padrão(1)	Outros parâmetros	Estimativa
D	$24,12 \pm 1,52^*$	$(R_1/D)^{1/2}$	0,48
F	$12,54 \pm 3,66^*$	$R_2/4R_1$	0,17
R_1	$5,49 \pm 4,46_{ns}$	R_D/R_R	3,39
R_2	$3,69 \pm 3,89_{ns}$	$\bar{h}^2/R_2$	2,74
$\bar{h}^2$	$10,11 \pm 2,29^*$	$(u-v)h/d$	0,95
E	$5,73 \pm 0,65^*$		
$D - R_1$	$18,63 \pm 1,93^*$	r	-0,602

(1) O valor absoluto do componente, dividido pelo seu erro-padrão, quando $>1,96$, é significativo, a $\alpha = 0,05$.

Figura 5. Regressão de W_i em V_i para produção precoce - número de frutos por planta (PPNF).

pode tanto significar ausência de dominância como dominância incompleta em pequeno grau.

Pelo menos três genes ou blocos gênicos exibem dominância para o caráter ($\bar{h}^2/\bar{A}_2 = 2,74$). O valor estimado para $\bar{F}$ é positivo ($\bar{F} = 12,54 \pm 3,66^*$), indicando que os alelos dominantes existem em maior número do que os recessivos, numa razão aproximada de 7:2, pois $K_D/K_R = 3,39$. Considerando que os genes dominantes são favoráveis e os recessivos desfavoráveis, tal razão indicaria um valor $uv = 7/9 \times 2/9 = 0,17$, exatamente igual ao valor estimado por $\bar{A}_2/4\bar{A}_1 = 0,17$, mostrando que realmente há uma assimetria na frequência de alelos dominantes e recessivos nos parentais. A razão $(u-v)h/d = 0,95$ (Tabela 19), que é bem próxima de um, indica que a proporção h/d (efeito genético dominante/efeito genético aditivo, notação de MATHER & JINKS, 1982) é constante nos locos em controle do caráter, ou seja, cada loco contribui igualmente para o grau médio de dominância. Neste caso, a dominância incompleta, mais provavelmente é o resultado da dominância incompleta em todos os locos do que dominância completa em uns e ausência de dominância, em outros.

A magnitude e a significância da estimativa de $(D-A_1) > 0$ mostram a predominância da variância aditiva para o caráter PPNF.

4.4.6. ALTURA DA PLANTA (ALT)

A regressão de W_i em V_i não revela presença de epistasia, pois b igual a $1,002 \pm 0,334$ diferiu de zero, mas não da unidade (Tabela 15 e Figura 6). Desse modo, um modelo aditivo-dominante é adequado. O sinal negativo e a magnitude do coeficiente de correlação r (Tabela 20) mostram que os alelos que atuam no sentido de aumentar a altura

da planta tendem a ser predominantemente, mas não exclusivamente, dominantes. De fato, entre os parentais mais altos estão as cultivares 3, 4 e 5, que foram semelhantes (Tabela 11) e estão colocadas na parte inferior da reta, o que mostra que essas cultivares possuem maior número de genes do minantes para altura da planta. As cultivares parentais 1 e 6 possuem mais genes recessivos e situam-se na parte superior da reta (Figura 6). A ordem de dominância é 3, 5, 2, 4, 1, 6, no sentido do parental mais dominante para o mais recessivo. A magnitude do coeficiente r^2 (Tabela 20) não permite uma estimativa segura do limite seletivo para esse caráter.

A magnitude e a significância do componente H_2 ($\hat{H}_2 = 53,88 + 15,96$) indicam a existência de algum grau de dominância. O sinal negativo de $(\hat{D}-\hat{H}_1) = -32,28 \pm 7,92$ (Tabela 20) revela tratar-se de sobredominância. De fato, o grau médio de dominância, estimado por $(\hat{H}_1/D)^{1/2} = 1,45$, é bem superior à unidade e confirma a presença de sobredominância para altura da planta.

A análise gráfica não deixa nenhuma dúvida quanto à existência de sobredominância para altura da planta, pois a reta intercepta a ordenada W_i abaixo da origem, no ponto $a = -37,339$, como mostra a Figura 6.

A estimativa de $\hat{h}^2/\hat{A}_2 = 0,86$, valor próximo de um, permite admitir-se a presença de pelo menos um gene ou bloco gênico exibindo dominância para esse caráter (Tabela 20). THAKUR et alii (1980) encontraram que a herança da altura da planta é controlada por dois genes ou blocos gênicos. O valor estimado para F não diferiu de zero, indicando que alelos dominantes e recessivos têm frequência semelhante entre os parentais. A relação $K_D/K_R = 1,06$ mostra que a proporção de alelos dominantes e recessivos é

Tabela 20. Estimativa dos componentes de variação do dialelo (HAYMAN, 1954b) para ALT.

Componente	Estimativa $\pm$ erro-padrão (1)	Outros parâmetros	Estimativa
D	$32,16 \pm 6,25^*$	$(A_1/D)^{1/2}$	1,45
F	$2,85 \pm 15,04_{ns}$	$A_2/4A_1$	0,21
A_1	$64,44 \pm 18,32^*$	R_D/R_R	1,06
A_2	$53,88 \pm 15,96^*$	h^2/A_2	0,86
h^2	$46,47 \pm 9,40^*$	$(u-v)h/d$	0,08
E	$34,99 \pm 2,66^*$		
$D - \hat{A}_1$	$-32,28 \pm 7,92^*$	r	-0,522

(1) O valor absoluto do componente, dividido pelo seu erro-padrão, quando $>1,96$, é significativo, a $\alpha = 0,05$.

Figura 6. Regressão de W_i em V_i para altura da planta (ALT).

de 1:1. A distribuição dos genes recessivos e dominantes nas cultivares parentais é uniforme (Tabela 20).

A magnitude e a significância de H_1 (Tabela 20) revelam a maior importância da variância de dominância para altura da planta, embora a variância aditiva também esteja presente. A melhor alternativa para explorar o efeito gênico nesta população seria a exploração do vigor do híbrido F_1 para obter plantas mais altas, em razão da presença de sobredominância para o caráter. Seleção para obtenção de linhagens fixadas também pode ser tentada com boas possibilidades de sucesso ou, mesmo, seleção recorrente nessa população.

4.4.7. NÚMERO DE LÓCULOS POR FRUTO (LOC)

A regressão de W_i em V_i , b é igual a $0,870 \pm 0,129$ (Tabela 15 e Figura 7), não diferiu estatisticamente de um ($\alpha = 0,05$), mas diferiu de zero ao nível fiducial de $= 0,01$. Isto mostra que um modelo aditivo - dominante é adequado.

A não-significância de $\hat{H}_2$, $\hat{H}_1$, $\hat{h}^2$ e $\hat{F}$ (Tabela 21) indica ausência de dominância para o caráter número de lóculos por fruto. Teoricamente, na ausência de dominância, o valor esperado para esses componentes é zero. A análise gráfica indica tanto dominância incompleta como ausência de dominância, pois a reta intercepta a ordenada W_i no ponto $a = 0,030$ (Figura 7) abaixo do ponto $B = 1/4D = 0,041$, onde, teoricamente, a reta intercepta a ordenada W_i , quando

Tabela 21. Estimativa dos componentes de variação do dialelo (HAYMAN, 1954b) para LOC.

Componente	Estimativa $\pm$ Erro-padrão(1)	Outros parâmetros	Estimativas
D	$0,1648 \pm 0,0056^*$	$(A_1/D)^{1/2}$	0,43
F	$0,0251 \pm 0,0135_{ns}$	$A_2/4A_1$	0,14
A_1	$0,0305 \pm 0,0164_{ns}$	R_D/R_R	1,43
$\hat{A}_2$	$0,0176 \pm 0,0143_{ns}$	$\hat{A}^2/\hat{A}_2$	0,34
$\hat{A}^2$	$0,0060 \pm 0,0084_{ns}$	$(u-v)h/d$	0,27
E	$0,0134 \pm 0,0024^*$		
$D - A_1$	$0,1344 \pm 0,0071^*$	r	-0,651

(1) O valor absoluto do componente, dividido pelo seu erro-padrão, quando $>1,96$, é significativo, a $\alpha = 0,05$.

Figura 7. Regressão de W_i em V_i para número de lóculos por fruto (LOC).

$H_1 = 0$, ou seja, na ausência de dominância (HAYMAN, 1954b). Em qualquer dos casos, dominância incompleta ou ausência de dominância, $(D-\bar{H}_1) > 0$, indica herança predominantemente aditiva para o caráter número de lóculos por fruto.

A literatura consultada registra a ocorrência de dominância incompleta para menor número de lóculos por fruto (McARDLE & BOUWKAMP, 1983), o que está de acordo com o resultado deste trabalho: herança predominantemente aditiva para LOC. A dificuldade na interpretação da análise pode ser resultado da pequena diferença existente entre os parentais, quanto ao número de lóculos por fruto (Tabela 10). De fato, nos casos em que os parentais foram estatisticamente diferentes entre si, quanto ao número de lóculos por fruto, os híbridos entre eles foram intermediários, mostrando dominância parcial para menor número de lóculos por fruto (Tabela 10).

4.4.8. ESTIMATIVA DA HERDABILIDADE

Os valores estimados para a herdabilidade, no sentido amplo (h_a^2) e no sentido restrito (h_r^2), estão na Tabela 22. A herdabilidade foi estimada segundo fórmulas dadas por MATHER & JINKS (1982), para os seis caracteres analisados segundo a metodologia de Jinks-Hayman, ou seja: produção total de frutos por planta (PTF), número total de frutos por planta (NTF), produção precoce-peso dos frutos (PPPF), produção precoce-número de frutos (PPNF), altura da planta (ALT) e número de lóculos por fruto (LOC).

A herdabilidade no sentido restrito (h_r^2) foi alta para os caracteres NTF ($h_r^2 = 0,74$) e LOC ($h_r^2 = 0,81$), média (0,44 a 0,50) para PTF, PPPF e PPNF e baixa (0,29) pa-

ra ALT (Tabela 22). As diferenças nos valores de h_r^2 entre os seis caracteres são normais, em razão da maior importância da variância aditiva para os caracteres NTF, LOC e PPNF; nos demais caracteres, PTF, PPPF e ALT, a predominância é da variância de dominância, embora a variância aditiva também tenha sido importante.

Tabela 22. Estimativa da herdabilidade, para vários caracteres de pimentão.

Tipo de herdabilidade	Caracteres					
	PTF	NTF	PPPF	PPNF	ALT	LOC
h_r^2	0,44	0,74	0,46	0,50	0,29	0,81
h_a^2	0,74	0,78	0,70	0,57	0,49	0,86

A herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) foi alta ($>0,70$) para os caracteres PTF, NTF, PPPF e LOC e média (0,49 e 0,57) para PPNF e ALT, conforme se pode observar na Tabela 22.

Para os caracteres NTF e LOC, o valor de h_r^2 indica a possibilidade de ganhos genéticos rápidos através de algum tipo de seleção. Para os caracteres PPNF, PPPF e PTF, a taxa de avanço genético é menor, em razão da menor herdabilidade, no sentido restrito, para esses caracteres.

Enfim, é necessário ressaltar que esses valores de herdabilidade (h_r^2 e h_a^2) foram estimados com base na população estudada e, portanto, só têm validade no caso de se utilizar todo o conjunto gênico existente nas cultivares parentais utilizadas no presente estudo. Por exemplo, no caso de se empregar algum tipo de seleção recorrente, incluindo os seis parentais utilizados neste trabalho, podem-se esperar os níveis de herdabilidade constantes na Tabela 22, para os caracteres avaliados neste item.

4.5. ANÁLISE DIALÉLICA DE GRIFFING

A análise de variância comum, realizada conforme o esquema constante na Tabela 1, mostrou diferenças significativas, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade, para quadrados médios de tratamentos, para todos os caracteres (Tabela 5). Essa significância indica que há diferenças entre os tratamentos, ou seja, entre os genótipos avaliados. Assim, desdobrou-se a soma de quadrados de tratamento em soma de quadrados para capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), conforme o esquema da Tabela 4, de acordo com o método 2, modelo misto B de GRIFFING (1956).

Os desdobramentos das somas de quadrados dos tratamentos em CGC e CEC, para cada um dos caracteres, estão resumidos na Tabela 23.

Os quadrados médios referentes à CGC e à CEC foram altamente significativos, a $\alpha = 0,01$, pelo teste F, para todos os caracteres, sem exceção (Tabela 23). Essa significância reflete a existência de diferenças reais entre os efeitos da CGC e da CEC entre os tratamentos.

Tabela 23. Quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC) e do erro e médias dos quadrados dos efeitos, para doze caracteres de pimentão (Método 2, Modelo misto B, GRIFFING, 1956).

F.V.	G.L.	Quadrados médios (1)					
		PTF	NTF	PPPF	PPNF	ALT	LOC
CGC	5	343219,2**	297,27**	118476,0**	31,86**	76,42**	0,3077**
CEC	15	98180,2**	11,38**	31877,0**	2,72**	23,06**	0,0089**
Erro	100	8914,2	3,53	3588,0	0,96	5,83	0,0072
Médias dos quadrados dos efeitos							
$1/5 \sum \bar{g}_i^2$		41788,1	36,72	14361,0	3,87	8,82	0,0382
$1/15 \sum \bar{s}_{ij}^2$		89266,0	7,85	28289,0	1,76	17,23	0,0067
σ^2		8914,2	3,53	3588,0	0,96	5,83	0,0022

(1) **significativo a $\alpha = 0,01$, pelo teste F.

Cont.

Tabela 23. Quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC) e do erro e médias dos quadrados dos efeitos, para doze caracteres de pimentão (Método 2, Modelo misto B, GRIFFING, 1956). (continuação)

F.V.	G.L.	Quadrados médios (1)					
		PMFA	PMRF	RC/L	COMP	LARG	DF
CGC	5	1027,87**	493,94**	3,3041**	3441,32**	132,36**	11,47**
CEC	15	112,94**	36,32**	0,0875**	53,57**	5,18**	3,99**
Erro	100	4,52	1,84	0,0043	6,72	0,54	0,39
Médias dos quadrados dos efeitos							
$1/5 \sum \hat{g}_i^2$		127,91	61,51	0,4125	429,32	16,48	1,40
$1/15 \sum \hat{s}_{ij}^2$		108,32	34,48	0,0832	46,85	4,64	3,70
σ^2		4,62	1,84	0,0043	6,72	0,54	0,29

(1) **significativo a $\alpha = 0,01$, pelo teste F.

Para todos os caracteres, os quadrados médios da CGC foram superiores aos da CEC. Quando se trabalha com cultivares ou linhagens bem divergentes, como as utilizadas neste trabalho, tal superioridade é esperada. Esse fato foi relatado por CRUZ (1983), em trabalho com linhagens endogâmicas de milho. Esse autor cita também vários outros trabalhos que encontraram resultados semelhantes.

Este trabalho foi realizado em um só local e ano, sendo impossível estimar os efeitos da interação de genótipo e ambiente. Então, esses efeitos foram incorporados aos efeitos da capacidade combinatória, o que pode causar alteração na estimativa dos efeitos da CGC e CEC. Deve-se, portanto, tomar cuidado na extrapolação dos dados deste trabalho para outros ambientes.

Outro fato que é necessário salientar quando se utiliza a metodologia de análise dialélica de GRIFFING (1956) com efeito de tratamento fixo, como o adotado neste trabalho é que não se podem decompor os quadrados médios da CGC e da CEC em componentes genéticos mais detalhados. Também, deve-se ter em mente que a análise de Jinks-Hayman é mais informativa, devendo ser preferida quando se utiliza modelo fixo ou misto B. Entretanto, nos casos em que o modelo de Jinks-Hayman não for suficiente, em razão das restrições impostas à metodologia, a análise de GRIFFING (1956) permite obter bons resultados, embora com menos detalhes.

A teoria sobre a capacidade combinatória diz que a variância da CGC contém principalmente efeitos aditivos, além de parte dos efeitos de dominância e epistáticos (aditivo x aditivo), enquanto a variância da CEC inclui a maior parte da variância de dominância e o restante dos efeitos epistáticos (GRIFFING, 1953 e 1956).

A Tabela 23 mostra que a média dos quadrados dos efeitos da CGC dos caracteres NTF, PPNF, LOC, PMFA, PMRF, RC/L, COMP e LARG foi maior do que a média dos quadrados dos efeitos da CEC, enquanto para PTF, PPPF, ALT e DF ocorreu o contrário. Isso indica maior predominância de efeitos aditivos para NTF, PPNF, LOC, PMFA, PMRF, RC/L, COMP e LARG e maior predominância de efeitos não-aditivos para PTF, PPPF, ALT e DF.

4.5.1. EFEITOS DA CGC

Os efeitos da capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$), para cada cultivar parental, encontram-se na Tabela 24.

Quando se tem uma baixa estimativa de $\hat{g}_i$, positiva ou negativa, o valor da CGC da cultivar parental, calculado com base em seus híbridos com as demais cultivares parentais, não difere muito da média geral dos cruzamentos dialélicos. Quando se têm altas estimativas de $\hat{g}_i$, positivas ou negativas, o parental em questão é muito superior ou inferior aos demais parentais incluídos no dialelo, com relação ao comportamento médio dos cruzamentos (VENCOVSKY, 1978; SPRAGUE & TATUM, 1942).

Para o caráter produção total de frutos por planta (PTF), os parentais 2, 5 e 6 apresentaram valores positivos de $\hat{g}_i$. Isso significa que esses parentais trazem uma contribuição genética positiva para maior produção por planta. Nesse aspecto, a contribuição das cultivares 2 e 5 é bem superior à contribuição da cultivar 6, pois $\hat{g}_2$ e $\hat{g}_5$ são maiores do que $\hat{g}_6$, cerca de 5 vezes o valor do erro-padrão (Tabela 24). As cultivares 1, 3 e 4 manifestaram valores negativos para $\hat{g}_i$, portanto não contribuem positivamente para o aumento do caráter PTF. O menor valor de $\hat{g}_i$ foi apresentado pela cultivar 3 ($\hat{g}_3 = -228,98$) e o mais alto pela 2 ($\hat{g}_2 = 251,31$), o que significa amplitude de variação de 10,2 vezes o respectivo erro-padrão nas estimativas de CGC para PTF (Tabela 24). Para esse caráter, a análise de Griffing discriminou melhor as cultivares parentais do que a análise de Jinks-Hayman. Na Figura 2, análise gráfica segundo HAYMAN

Tabela 24. Estimativa dos efeitos da capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$), para doze caracteres de seis cultivares de pimentão, e erros-padrão (EP) dos efeitos de dois parentais diferentes.

Caracteres	Efeitos						EP ($\hat{g}_i; -\hat{g}_j$)
	91	92	93	94	95	96	
PTF	-76,39	251,31	-228,98	-194,09	235,05	13,10	47,208
NTF	- 3,53	- 2,21	6,96	- 7,68	7,71	- 1,25	0,940
PPPF	29,20	142,98	-166,88	129,24	77,94	46,00	29,250
PPNF	- 0,36	- 0,55	1,60	- 3,41	2,24	0,48	0,489
ALT	- 2,31	- 4,73	3,63	0,16	2,52	0,73	1,208
LOC	0,12	0,15	- 0,21	0,14	- 0,29	0,09	0,024
PMFA	3,35	15,40	-19,27	3,79	- 2,84	- 0,43	1,074
PMRF	2,27	9,13	-13,47	5,02	- 3,63	0,68	0,678
RC/L	- 0,34	0,19	- 0,21	- 0,64	1,19	- 0,19	0,033
COMP	-10,07	15,01	-12,85	-21,70	34,17	- 4,56	1,296
LARG	2,45	0,79	- 2,67	4,81	- 6,65	1,27	0,369
DF	- 0,51	0,17	- 1,60	2,03	- 0,36	0,27	0,268

(1954b), as cultivares 3, 1, 2 e 5 estão, todas, situadas na região inferior do gráfico, o que aponta maior concentração de genes dominantes favoráveis ao aumento da produção (PTF). Entretanto, na análise de Griffing, nota-se que a CGC das cultivares 2 e 5 difere muito da CGC das cultivares 1 e 3, refletindo melhor os resultados para PTF (Tabela 6).

A partir dos dados da Tabela 6 podem-se calcular a média e a variância da progênie de cada um dos parentais. A média da progênie da cultivar 2 foi de 2270,1 gramas por planta, com variância de 336,3, enquanto a progênie da cultivar 5 apresentou média de 2307,6 gramas/planta, com variância de 289,6. Apesar da aparente superioridade da cultivar 5, por apresentar maior média e menor variância em sua progênie, indicando que transmite melhor (mais uniformemente) sua produtividade à progênie, pode-se concluir que a 2 é melhor parental, pois contribui genética e positivamente para outros caracteres de grande importância econômica, como peso médio dos frutos (PMFA e PMRF) e largura do fruto, como se pode verificar na Tabela 24.

Para número total de frutos por planta (NTF), os maiores valores de $\hat{g}_i$ foram manifestados pelas cultivares 3 e 5 ($\hat{g}_3 = 6,96$ e $\hat{g}_5 = 7,71$), enquanto as demais apresentaram valores de $\hat{g}_i$ negativos (Tabela 24). A cultivar 4 apresentou o menor valor de $\hat{g}_i$ ($\hat{g}_4 = -7,68$), sendo a diferença, em relação ao maior valor positivo, igual a 16,4 vezes o erro-padrão, o que evidencia a grande variação verificada nas estimativas de $\hat{g}_i$ para esse caráter. Considerando a produção total de frutos por planta (PTF), as melhores cultivares foram a 2 e a 5, que diferiram significativamente das demais, sem diferirem entre si; enquanto, para número total de frutos por planta (NTF), a cultivar 5 foi superior aos demais parentais, diferindo muito da cultivar 2 (Tabela 6). Como essas cultivares (2 e 5) apresentam CGC diferentes para

NTF e semelhantes para PTF (Tabela 24), pode-se concluir que atingem sua alta produção por mecanismos diferentes: a 2, principalmente através de maior largura e peso médio dos frutos e a 5, através de maior número de frutos por planta, o que indica que, realmente, NTF é um importante componente da produção principalmente em cultivares com menor peso médio dos frutos.

Com relação à época de maturação, expressa pela produção precoce-peso dos frutos (PPPF), os maiores valores de $\hat{g}_i$ foram apresentados pelas cultivares 2, 5, 6 e 1, em ordem decrescente de valores. As cultivares 3 e 4 revelaram valores altos e negativos de $\hat{g}_i$, o que mostra que não contribuem geneticamente para a produção precoce (Tabela 24).

As estimativas de $\hat{g}_i$ para produção precoce-número de frutos (PPNF) mostraram a mesma tendência apresentada para NTF, com alteração nos valores de $\hat{g}_i$ da cultivar 6. O parental 4 mostrou a menor estimativa para $\hat{g}_i$, enquanto o 5 apresentou o maior valor, seguido pelo 3. A amplitude de variação nas estimativas de $\hat{g}_i$ foi considerável, em torno de 11,5 vezes o erro-padrão (Tabela 24).

Para o caráter número de lóculos por fruto (LOC), as estimativas de $\hat{g}_i$ foram valores de pequena magnitude, mas representando variação bem ampla (20,8 vezes o EP), visto que o erro-padrão foi muito baixo (EP = 0,024; Tabela 24). Maior número de lóculos está associado positivamente a maior largura do fruto (Tabela 12), sendo de esperar uma igualdade nos sinais das estimativas de $\hat{g}_i$ para LOC e LARG, como de fato se verificou: cultivares que concorrem geneticamente para aumentar o número de lóculos também aumentam a largura do fruto. As maiores estimativas de $\hat{g}_i$

para o caráter LOC foram as dos parentais 2 e 4, seguidas por 1 e 6. Os parentais 3 e 5 apresentaram estimativas de $\hat{g}_i$ negativas, o que indica que, se utilizados em programas de melhoramento, contribuirão para a obtenção de frutos com menor número de lóculos e, por conseguinte, menor largura. Os parentais 1, 2, 4 e 6 contribuirão positivamente para a obtenção de frutos com maior número de lóculos e mais largos.

Para o caráter altura da planta (ALT), as cultivares 3, 4, 5 e 6 apresentaram valores positivos de $\hat{g}_i$. Isso demonstra que, se utilizadas em programa de seleção, pode-se esperar a obtenção de linhagens mais altas, principalmente quando se empregarem a 3 e a 5, que têm maior CGC para ALT (Tabela 24). A cultivar 2 apresentou o menor valor de $\hat{g}_i$ para ALT e, se utilizada em programa de melhoramento, contribuirá para a seleção de plantas menores, porém produtivas e precoces, o que poderá ser vantajoso em algumas regiões.

Com relação ao peso médio dos frutos, as duas maneiras de avaliar o caráter (PMFA e PMRF) apontam resultados semelhantes entre os seis parentais. Os maiores valores de $\hat{g}_i$ foram apresentados pelas cultivares 2, 4 e 1 e o menor pela cultivar 3, tanto para PMFA como para PMRF (Tabela 24). Contribuições genéticas positivas para aumentar o peso médio dos frutos foram dadas pelas cultivares 2, 4 e 1, principalmente pela 2, que apresentou a maior estimativa de $\hat{g}_i$. A amplitude de variação existente nas estimativas da capacidade geral de combinação de cada cultivar parental foi elevada, cerca de 32 vezes o erro-padrão.

Para o caráter número de dias para o florescimento (DF), a maior estimativa de $\hat{g}_i$ foi a da cultivar 4, que diferiu das demais, pois entre $\hat{g}_4$ e $\hat{g}_6$ há uma diferença de 6,6 vezes o erro-padrão. Nos casos em que precocida-

de for desejável, as melhores cultivares parentais serão as que apresentarem menores estimativas de $\hat{g}_i$, o que indica contribuição genética para a seleção de linhagens com menor número de dias para o florescimento. Nesse aspecto, as cultivares 3, 1 e 5 são as melhores, sendo a primeira superior às demais. A amplitude de variação nas estimativas de $\hat{g}_i$ foi alta, 13,5 vezes o erro-padrão (Tabela 24).

As estimativas de $\hat{g}_i$ para o caráter RC/L são valores de pequena magnitude em si, mas representam variação muito grande, em torno de 55 vezes o respectivo erro-padrão, que foi muito baixo (EP = 0,033). Na escala em que o parâmetro RC/L foi medido, é muito difícil dar uma interpretação correta à CGC. Estimativa alta e positiva de $\hat{g}_i$ significa uma contribuição positiva do parental (i) para a obtenção de frutos mais compridos e, ou, de menor largura (diâmetro transversal), enquanto baixa estimativa de $\hat{g}_i$ indica o contrário, ou seja, maior contribuição genética para a obtenção de frutos mais largos e, ou, de menor comprimento. Assim, alta ou baixa estimativa de $\hat{g}_i$ não necessariamente apontam um bom parental, com relação ao caráter RC/L, pois devem-se levar em conta as correlações entre COMP e RC/L e entre LARG e RC/L, conforme se pode observar na Tabela 12. O mercado brasileiro tem preferência por frutos cônicos, com RC/L de 1,75 até 2,0. Talvez a melhor maneira de avaliar esse caráter seja medi-lo em escala percentual relativa à razão ideal preferida pelo mercado brasileiro. Na escala em que foi medido o parâmetro, os valores extremos de $\hat{g}_i$ provam que o parental 5 contribuirá geneticamente para a obtenção de novas cultivares com frutos compridos, enquanto o parental 4 contribuirá para a obtenção de um fruto mais largo, porém de menor comprimento (Tabela 24).

As cultivares 5 e 2 foram as únicas a apresentarem efeitos positivos da capacidade geral de combinação do

caráter comprimento do fruto (COMP.), demonstrando superioridade de 43,1 e 28,3 vezes o erro-padrão em relação à cultivar 4, que apresentou o menor efeito da CGC (Tabela 24). A utilização das cultivares 2 e 5 em programa de melhoramento conduzirá à obtenção de linhagens com maior comprimento do fruto; porém, dessas duas, apenas a cultivar 2 apresentou valor positivo de $\hat{g}_i$ para largura do fruto, o que indica que, a partir dessa cultivar, podem-se obter frutos compridos e largos, além de maior peso médio dos frutos, maior produção e precocidade. A cultivar 4 apresentou a maior estimativa de $\hat{g}_i$ para largura do fruto (LARG), diferindo dos demais progenitores estudados. As cultivares 1, 2 e 6 também apresentaram valores positivos de $\hat{g}_i$ para LARG. Esse caráter apresentou amplitude de variabilidade entre os efeitos da CGC igual a 31 vezes o respectivo erro-padrão (Tabela 24).

As estimativas de $\hat{g}_i$, para todas as cultivares parentais e todos os caracteres avaliados, revelam a grande variação existente nas cultivares parentais utilizadas. Os resultados refletem bem o cuidado que o melhorista deve ter na escolha adequada de cultivares para um programa de melhoramento. Isso, principalmente, quando se utilizam cruzamentos biparentais, com estreita base genética, pois é difícil uma cultivar apresentar boa capacidade geral de combinação de todos os caracteres, como se pode observar na Tabela 24. Vale lembrar que, em geral, o pesquisador está interessado em melhorar vários caracteres simultaneamente, daí a necessidade de escolher corretamente os parentais. Devem-se preferir cultivares com maior CGC para os principais caracteres de interesse econômico na cultura.

Diante dos resultados encontrados, destaca-se a cultivar 2, que apresentou efeitos positivos da CGC para produção total de frutos por planta (PTF) e alguns de seus componentes, como peso médio dos frutos, PMFA e PMRF, número de

lôculos por fruto (LOC), maturação precoce (PPPF), comprimento (COMP) e largura do fruto (LARG). A cultivar 5 também se destacou quanto a PTF e outros componentes da produção, mas deixou a desejar quanto aos caracteres largura do fruto (LARG), peso médio dos frutos (PMFA e PMRF) e número de lôculos por fruto (LOC). A cultivar 6, Agrônômico-10G, considerada como padrão neste experimento, apresentou efeito positivo da CGC para PTF, muito embora esse efeito tenha sido bem inferior ao das cultivares 2 e 5. Essa cultivar também mostrou efeitos positivos de $\hat{g}_i$ para vários componentes da produção. Essas três cultivares podem ser incluídas em programas de melhoramento genético de pimentão, em razão da relevante porção de efeitos gênicos aditivos para a maioria dos caracteres estudados, bem como, através de intercruzamentos, constituir uma população de base genética mais ampla, que seria melhorada por meio de seleção.

4.5.2. EFEITOS DA CEC

As estimativas dos efeitos ($\hat{s}_{ij}$) da capacidade específica de combinação (CEC) dos doze caracteres avaliados, estão na Tabela 25.

O efeito da CEC é interpretado como o desvio de um híbrido em relação ao que seria esperado com base na CGC de seus parentais. Assim, baixos valores absolutos de $\hat{s}_{ij}$ indicam que os híbridos F_1 entre os parentais em questão comportaram-se como esperado, com base na capacidade geral de combinação (CGC) dos parentais, enquanto altos valores absolutos de $\hat{s}_{ij}$ demonstram que o comportamento de um cruzamento particular é relativamente melhor ($\hat{s}_{ij}$ positivo) ou pior ($\hat{s}_{ij}$ negativo) do que o esperado com base na CGC dos pa

Tabela 25. Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$), para doze caracteres de pimentão, e erros - padrão (EP) dos efeitos de dois F1's, com e sem parental comum e entre dois parentais.

Genótipo ou tratamento	Efeito $\hat{s}_{ij}$	Caracteres							
		PTF	NTF	PPF	PPNF	ALT	LOC		
1	s11	-213,326	-1,582	-95,273	0,339	-3,894	-0,025		
2	s22	-268,890	-2,524	-140,032	-1,202	-3,315	-0,031		
3	s33	-36,466	-4,224	21,017	-0,569	-6,665	0,155		
4	s44	-523,224	-4,232	-334,057	-3,077	2,051	0,078		
5	s55	-395,098	-0,649	-216,632	-0,227	-1,815	-0,113		
6	s66	-487,156	-5,532	-285,664	-2,311	-6,415	0,001		
1x2	s13	-5,958	2,464	42,647	1,435	0,868	-0,026		
1x3	s13	30,071	0,564	96,628	-1,948	7,610	-0,070		
1x4	s14	352,409	0,476	207,818	0,764	0,851	-0,032		
1x5	s15	120,329	0,384	79,980	-0,127	1,751	0,193		
1x6	s16	-70,108	-0,724	-43,270	-0,802	-3,382	-0,016		
2x3	s23	-177,094	-1,390	42,940	-0,186	2,526	-0,042		
2x4	s24	215,543	3,089	33,938	0,360	-1,332	0,072		
2x5	s25	221,340	-2,736	56,602	-1,198	-1,532	0,130		
2x6	s26	283,960	3,622	189,818	1,993	6,101	-0,021		
3x4	s34	-49,228	0,422	50,297	1,610	1,643	-0,131		
3x5	s35	-93,131	2,864	-37,407	0,885	-0,157	-0,081		
3x6	s36	362,322	5,989	84,643	0,777	1,710	0,014		
4x5	s45	335,673	1,543	185,005	0,831	-5,049	-0,076		
4x6	s46	192,059	2,934	191,055	2,589	-0,215	0,011		
5x6	s56	206,089	-0,757	149,085	0,064	8,618	0,011		
EP ($\hat{s}_{ii} - \hat{s}_{jj}$) =		94,415	1,880	59,900	0,977	2,415	0,047		
EP ($\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{ik}$) =		124,899	2,486	79,240	1,293	3,195	0,063		
EP ($\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{kl}$) =		118,634	2,302	73,362	1,197	2,958	0,058		

Cont.

Tabela 25. Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$), para doze caracteres de pimentão, e erros-padrão (EP) dos efeitos de dois F1's, com e sem parental comum e entre dois parentais. (continuação)

Genótipo ou tratamento	Efeito $\hat{s}_{ij}$	Caracteres					
		PMFA	PMRF	RC/L	COMP	LGAR	DF
1	s11	-9,075	-4,261	-0,083	-7,250	-0,614	1,957
2	s22	-2,426	-1,740	0,114	3,133	-0,279	-1,048
3	s33	5,720	5,324	-0,093	-3,041	1,398	1,973
4	s44	-16,156	-8,748	0,057	-7,093	-3,030	4,961
5	s55	-17,872	-6,992	0,714	-0,830	-4,255	1,361
6	s66	-10,289	-5,390	-0,162	-11,184	-0,765	1,015
1x2	s12	-3,924	-3,491	0,087	1,084	-1,223	-0,448
1x3	s13	-1,769	-1,264	0,116	2,351	-1,440	0,148
1x4	s14	19,476	14,004	0,038	3,791	3,888	-3,141
1x5	s15	4,328	0,808	-0,168	4,187	0,388	-0,591
1x6	s16	0,039	-0,536	0,093	3,087	-0,385	0,119
2x3	s23	-5,294	-4,990	0,126	0,099	-1,363	-0,423
2x4	s24	1,909	3,483	0,016	-0,055	0,094	-1,379
2x5	s25	8,863	6,215	-0,526	-8,658	3,475	0,138
2x6	s26	3,298	2,264	0,067	1,264	-0,424	0,015
3x4	s34	-5,923	-4,940	0,217	7,350	-1,817	-2,250
3x5	s35	-1,419	-1,847	-0,442	-11,477	1,408	-0,666
3x6	s36	2,964	2,393	0,168	7,759	0,416	-0,756
4x5	s45	13,271	4,049	-0,337	5,225	2,605	-1,673
4x6	s46	3,578	1,900	-0,408	-2,125	1,291	-1,479
5x6	s56	10,700	4,759	0,045	12,384	0,633	0,071
<hr/>							
EP ($s_{ii} - \bar{s}_{jj}$)		2,149	1,355	0,066	2,593	0,738	0,536
EP ($s_{ij} - \bar{s}_{ik}$)		2,843	1,792	0,087	3,430	0,976	0,710
EP ($s_{ij} - \bar{s}_{kl}$)		2,632	1,660	0,081	3,175	0,904	0,657

rentais. As estimativas de $\hat{s}_{ij}$ manifestam a importância dos genes que exibem efeitos de dominância ou epistasia (GRIFFING, 1953).

4.5.2.1. Efeitos $\hat{s}_{ij}$

O método 2 de GRIFFING (1956) inclui o conjunto dos n parentais e dos $n(n-1)/2$ híbridos F_1 . Assim, a metodologia estima os efeitos da capacidade específica de combinação, $\hat{s}_{ij}$; quando $i \neq j$, $\hat{s}_{ij}$ significa efeito da CEC de um híbrido particular entre dois parentais diferentes; quando $i = j$, $\hat{s}_{ii}$ seria o efeito da CEC de uma cultivar cruzada com ela mesma. Geralmente, o efeito $\hat{s}_{ij}$ é negligenciado, não sendo interpretado, pois essa estimativa (do efeito de $\hat{s}_{ij}$) ainda carece de significado mais realístico.

De acordo com CRUZ*, os valores de $\hat{s}_{ii}$ têm grande significado genético, tanto no seu sinal quanto na sua magnitude relativa. CRUZ* mostrou que, nos modelos aditivo-dominante, o estimador $\hat{s}_{ii}$ é uma medida da divergência genética do parental (i) com relação à média dos outros parentais considerados no dialelo. Quanto maior for o valor absoluto de $\hat{s}_{ii}$, maior será também a divergência genética do parental em questão dos outros parentais considerados no dialelo. Quando $\hat{s}_{ii}$ for negativo, a heterose (em relação à média dos pais) manifestada nos híbridos do parental (i) será, em média, positiva. Ou seja, quando $\hat{s}_{ii}$ for negativo, o parental (i) contribui para o valor positivo da heterose. Quando $\hat{s}_{ii}$ for positivo, ocorre o contrário; quando $\hat{s}_{ii}$ for zero ou próximo de zero,

*CRUZ, C.D. (Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG). Comparações entre alguns métodos de análise dialélica. 1987 (Em elaboração).

a divergência genética do parental (i) em relação aos outros parentais é pequena ou nula, e a heterose nos híbridos do parental (i) também será pequena ou nula.

Com base na interpretação dada por CRUZ a $\hat{s}_{ij}$, pode-se notar que, para PTF, todos os $\hat{s}_{ij}$ são negativos e altos em valor absoluto (Tabela 25). Isso reflete a grande divergência genética entre os parentais quanto à produção e a grande heterose positiva que se verifica para esse caráter (Tabela 7).

O sinal negativo e a magnitude (em valor absoluto) das estimativas de $\hat{s}_{ij}$ para NTF, PPPF, PPNF, PMFA, PMRF, ALT, COMP e LARG (Tabela 25) indicam que há grande divergência entre os parentais para todos esses caracteres, além de significativa heterose, o que está de acordo com os resultados encontrados para heterose em relação à média dos pais (Tabelas 6, 7, 8, 9 e 11).

Para o caráter número de dias para o florescimento (DF), o sinal positivo de $\hat{s}_{ij}$, para todos os parentais, indicam que a heterose é negativa (i.e., a heterose é no sentido de maior precocidade), conforme se pode notar na Tabela 11. Os valores de $\hat{s}_{ij}$ indicam que a divergência genética entre os parentais é pequena quanto ao caráter DF, e apenas o parental 4 apresenta maior divergência dos outros parentais (Tabela 25).

Para os caracteres RC/L e LOC, o sinal de $\hat{s}_{ij}$ foi negativo para três parentais e positivo para outros três (Tabela 25). Isso mostrou que a heterose seria positiva em alguns casos e negativa em outros, o que de fato se verificou (Tabela 10).

4.5.2.2. Efeitos $\hat{s}_{ij}$

Os resultados para $\hat{s}_{ij}$, com $i \neq j$, ou seja, apenas para as combinações híbridas, indicam que, para produção total de frutos por planta (PTF), o maior efeito da CEC foi apresentado pelos híbridos 3 x 6, 1 x 4 e 4 x 5 (Tabela 25). Isso mostra que esses híbridos são muito melhores do que o esperado com base na CGC dos parentais, que foi negativa para os parentais 1 e 4 e pequena, porém positiva, para o 6, como pode ser observado na Tabela 24. A melhor combinação híbrida deve ser aquela com maior $\hat{s}_{ij}$, cujos parentais apresentam alta CGC. Nesse caso, as melhores combinações híbridas são a 2x6, a 2x5 e a 5x6 (Tabela 25), além de apresentarem produção média alta (Tabela 6). Esses parentais (2, 5 e 6), se utilizados em programas de melhoramento de pimentão, poderão gerar linhagens superiores, pois apresentam efeito alto e positivo de CGC, os híbridos entre eles apresentam efeito alto e positivo de CEC e altas médias de PTF, além de haver grande diversidade genética entre eles.

As estimativas da CEC para o número total de frutos por planta (NTF) indicam que os híbridos de mais altos e positivos efeitos de CEC foram 3x6, 2x6, 2x4 e 4x6, superiores ao efeito do híbrido 3x5, embora apenas 3x6 tenha diferido desse último (Tabela 25). É interessante observar que apenas os parentais 3 e 5 apresentaram efeito positivo de CGC para NTF (Tabela 24), tendo sido o 3x5 o híbrido de maior média para NTF, diferindo dos demais, como pode ser visto na Tabela 6. Entretanto, o híbrido 3x5 não tem interesse prático imediato, pois apresentou pequeno peso médio dos frutos (Tabela 8).

Para o caráter produção precoce - peso dos frutos (PPPF), os maiores efeitos da CEC foram apresentados pelas combinações híbridas 1x4, 4x6, 2x6 e 4x5, enquanto os menores efeitos foram apresentados pelos híbridos 1x3, 1x6 e 3x5 (Tabela 25). É interessante observar que, dentre os quatro híbridos com maior efeito de $\hat{s}_{ij}$, apenas 2x6 era resultante de parentais com CGC positiva para PPPF (Tabela 24); conseqüentemente, deveria ser o híbrido de maior média para esse caráter, como de fato se verificou (Tabela 7). A combinação 4x6 apresentou o mais alto efeito positivo da CEC para produção precoce-número de frutos (PPNF), seguida pelas combinações 2x6, 3x4 e 1x2 (Tabela 25). Dentre estas, apenas 2x6 está entre as de maior média para o caráter (Tabela 7). A combinação 3x5, que tem a maior média para PPNF (Tabela 7) e cujos parentais apresentaram os maiores efeitos positivos para CGC (Tabela 24), apresentou efeito de CEC intermediário. Apesar de ser mais interessante para PPNF, essa combinação não tem muita importância prática, visto não haver associação significativa entre PTF e PPNF (Tabelas 12 e 13).

As estimativas da CEC para altura da planta (ALT) indicam que os híbridos de mais altos e positivos efeitos da CEC foram o 5x6, o 1x3 e o 2x6 (Tabela 25). Essas são as combinações parentais mais interessantes para ALT. Os parentais 1 e 2 foram os únicos a apresentarem efeito negativo de CGC; entretanto, figuram como parentais nas combinações de mais alto efeito de CEC. Os híbridos 4x5 e 1x6 apresentaram as menores estimativas de $\hat{s}_{ij}$ dentre todas as combinações híbridas (Tabela 25).

Para número de lóculos por fruto (LOC), os mais altos valores estimados de $\hat{s}_{ij}$ foram apresentados pelos híbridos 1x5 e 2x5, enquanto as menores estimativas foram as dos híbridos 3x4 e 3x5. A combinação mais interessante pa-

ra o caráter LOC foi a 2x4, que teve efeito positivo de $\hat{s}_{ij}$ (Tabela 25), e os parentais apresentaram os mais altos efeitos positivos de CGC (Tabela 24), além de 2x4 estar entre os tratamentos de maior média para esse caráter (Tabela 10).

Com relação ao peso médio dos frutos, os dois processos de avaliação do caráter (PMFA e PMRF) deram resultados semelhantes, tanto para os efeitos de CGC como de CEC (Tabelas 24 e 25). As maiores estimativas dos efeitos de $\hat{s}_{ij}$ foram apresentadas pelas combinações híbridas 1x4, 4x5 e 5x6, enquanto as menores foram as apresentadas pelos híbridos 3x4 e 2x3. Entretanto, a combinação mais interessante para o peso médio dos frutos seria 2x5, pois o parental 2 apresentou o maior efeito de CGC para PMFA e PMRF, e na progênie desse parental o híbrido com maior efeito de CEC foi 2x5. A segunda melhor combinação foi 1x4, cujos parentais apresentaram efeitos positivos de $\hat{g}_i$ e a mais elevada estimativa de $\hat{s}_{ij}$, além de terem apresentado a mais alta média para o caráter peso médio dos frutos, tanto para PMFA como para PMRF (Tabela 25).

Para a relação entre comprimento e largura do fruto (RC/L), as menores estimativas de $\hat{s}_{ij}$ foram apresentadas pelas combinações 2x5, 3x5, 4x5 e 4x6, e o parental 5 apresentou o maior efeito positivo da CGC (Tabelas 24 e 25). Na progênie do parental 5, apenas 5x6 apresentou efeito de $\hat{s}_{ij}$ positivo, porém de pequena magnitude. As maiores estimativas dos efeitos da CEC foram apresentadas pelos híbridos 1x3, 2x3, 3x4 e 3x6 (Tabela 25). Os valores estimados dos efeitos da CEC para RC/L refletem a dificuldade de analisar isoladamente esse caráter na escala em que foi avaliado, sendo difícil escolher a melhor combinação para a RC/L. Pela exigência do mercado brasileiro, a RC/L deve ficar entre 1,75 e 2,00. Considerando esse intervalo, as combinações possíveis seriam 1x3, 1x6 e 2x4 (Tabela 10). Dentre essas, a melhor

seria a 2x4, pois, dentre os parentais 1, 2, 3 e 6, o 2 apresentou o maior efeito da CGC para comprimento do fruto, enquanto o parental 4 apresentou o maior efeito da CGC para largura do fruto (Tabela 24). Entretanto, o híbrido 2x4 apresentou baixa estimativa do efeito da CEC (Tabela 25).

A combinação 5x6 apresentou o mais alto efeito positivo da CEC para comprimento do fruto (COMP; Tabela 25) e a mais alta média para esse caráter (Tabela 9). A menor estimativa do efeito da CEC foi a do híbrido 3x5. Esses dois casos extremos envolvem o parental 5, que apresentou a maior CGC para COMP (Tabela 24).

Com relação ao caráter largura do fruto (LARG), a melhor combinação híbrida foi a 1x4, com a maior estimativa do efeito da CEC (Tabela 25) e a maior média para o caráter (Tabela 9). Esses dois progenitores apresentaram as mais altas estimativas de CGC para LARG (Tabela 24). A menor estimativa de $\hat{s}_{ij}$ foi apresentada pelo híbrido 3x4.

Com relação ao número de dias para o florescimento (DF), o florescimento precoce é governado por genes dominantes, enquanto o fenótipo tardio é controlado por genes recessivos. Isso mostra que, para obter cultivar tardia, é necessário cruzar parental tardio com tardio ou tardio com intermediário. Os parentais 2, 4 e 6 apresentaram efeitos positivos de CGC, destacando-se o 4 com maior efeito positivo de $\hat{g}_i$ (Tabela 24). Isso significa que esse parental é o de florescimento mais tardio, enquanto a cultivar 3 seria a mais precoce. Com relação aos efeitos da CEC, a melhor combinação para o fenótipo tardio foi 2x4, apesar de ter apresentado valor negativo do efeito da CEC (Tabela 25).

4.6. SUGESTÕES PARA O MELHORAMENTO DO PIMENTÃO

4.6.1 USO DE HÍBRIDOS F_1 E SELEÇÃO RECORRENTE PARA CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO

Considerando o elevado nível de heterose que se observa para produção total de frutos por planta e seus principais componentes da produção, além da facilidade de contornar o problema de formato do fruto, a exploração comercial de híbridos F_1 é uma maneira rápida e eficiente de promover grande melhoramento na cultura do pimentão. Além disso, é uma boa maneira de aproveitar o grau de sobredominância que existe para determinados caracteres importantes, inclusive PTF. Para tanto, três dificuldades devem ser superadas:

1. pequeno número de cultivares melhoradas no País;
2. boas combinações híbridas;
3. resistência do híbrido F_1 ao vírus y.

O primeiro problema pode ser resolvido mediante o emprego de cultivares desenvolvidas em outros países, cruzando-as com as cultivares nacionais, que, em sua maioria, apresentam formato cônico e três a quatro lóculos. Escolhendo-se cultivares importadas com um tipo de fruto comprido e largo ($RC/L = 1,75$), com três a cinco lóculos por fruto, e cruzando-as com cultivares brasileiras com fruto semelhante ao da 'Agronomico-10G', quase que certamente o formato do fruto ficará de acordo com o padrão exigido pelo mercado brasileiro. Outras qualidades importantes dos parentais devem ser: polpa espessa, peso médio dos frutos elevado, cor verde-escura do fruto e plantas mais altas. Para as condições brasileiras, é preferível cultivar com maior amplitude de colheita. Encontrada boa combinação híbrida,

caso os progenitores não sejam resistentes ao vírus Y, pode-se facilmente incorporar resistência através de retrocruzamentos sucessivos, resolvendo assim o problema do item 3. É necessário que os dois parentais sejam resistentes ao vírus Y, pois a resistência é monogênica, conferida por genes recessivos, exceto o gene H, que é dominante e confere resistência à estirpe y^n (NAGAI, 1983, 1984a). Como encontrar as melhores combinações híbridas (dificuldade nº 2) é, talvez, o problema de solução mais trabalhosa, pois os híbridos são, geralmente, obtidos de maneira quase aleatória, sem nenhum melhoramento que concorra para tal finalidade. As combinações híbridas podem ser obtidas através do teste de vários progenitores em delineamentos especiais (ver item 2.3.3.) ou através do esquema proposto a seguir.

Cruzam-se duas cultivares, A e B, com alta capacidade, geral e específica, de combinação, obtendo-se o F_1 e o F_2 . Na geração F_2 , escolhem-se as plantas mais vigorosas e produtivas. As plantas F_2 selecionadas serão cruzadas com uma cultivar testadora, T, ao mesmo tempo que serão autofecundadas, para a obtenção de sementes F_3 de AxB.

Testam-se as progênies de $T \times F_2$ (AxB), selecionando-se as plantas F_2 que combinarem bem (maior vigor e maior produção) com a cultivar testadora, T. A seguir, plantam-se as sementes F_3 das plantas selecionadas F_2 [(AxB)] e repete-se o ciclo anterior até F_n (F_6 ou F_7). Na última etapa, deve-se obter uma linhagem homozigótica C, derivada do cruzamento AxB, que, cruzada com a cultivar T, resulte num híbrido TxC com grande heterose para produção. Isso porque a seleção objetiva linhagens de AxB que complementem bem a cultivar T, qualquer que seja a base genética da heterose.

A cultivar testadora, T, deve ter boas qualidades agronômicas e boa capacidade geral de combinação, e, se possível, deve ser resistente ao vírus γ , podendo ser um dos progenitores (A ou B) ou uma terceira cultivar. Nesse último caso, podem-se utilizar como progenitores A e B dois híbridos simples, aumentando assim a base genética. O procedimento proposto está resumido na Figura 8.

No caso das cultivares utilizadas neste trabalho, podem-se escolher as cultivares 2 e 5, cruzá-las, obter o F_1 e o F_2 e utilizar como cultivar testadora (T) a Agrônomo-10G. Também, pode-se escolher o cruzamento 2×6 (BGH 18 x Agrônomo-10G) e utilizar a cultivar 6 como testadora. Nessa última opção, devem-se selecionar na progênie de 2×6 linhagens produtivas, vigorosas, divergentes da Agrônomo-10G (parental 6), com frutos verde-escuros, e resistentes ao vírus γ .

Pode-se também lançar mão de híbridos F_1 importados, que, geralmente, são produtivos, de frutos grandes, polpa espessa e elevado peso médio dos frutos. Uma boa opção para cultivar testadora (T) é uma cultivar adaptada às condições brasileiras, resistente ao vírus γ , de frutos cônicos e coloração verde-escura, semelhante à Agrônomo-10G.

A finalidade dessa proposta é desenvolver linhagens especificamente voltadas para a produção de híbridos. Isso significa melhorar as linhagens para maior complementação alélica, obtendo-se um melhoramento que concorra para a expressão de maior heterose. O método é seleção recorrente para capacidade específica de combinação, utilizando como testadora uma cultivar homozigótica. Apresenta a vantagem de fazer seleção desde a geração F_2 . O método pode demandar um pouco mais de tempo, entretanto de F_1 a F_6 pode ser facilmente completado em seis anos. Outra limitação é o número de cruzamentos diferentes que o melhorista pode conduzir simultaneamente.

Figura 8. Esquema do procedimento proposto para o melhoramento de linhagem progenitora de híbridos de pimentão.

4.6.2. SELEÇÃO RECORRENTE FENOTÍPICA

O pimentão começou a ser cultivado no Brasil por volta de 1920, na região de Mogi das Cruzes, SP, através do agricultor Sr. Carlos Junger. A cultivar plantada era de origem espanhola, tendo sido cultivada até 1950. Seus frutos eram os melhores do mercado, o que provocou a expansão da cultivar noutras regiões do Estado de São Paulo e na Baixada Fluminense, já na década de 40. Nessas regiões, os produtores rurais selecionavam suas próprias sementes. Isso deu origem a várias linhagens, que receberam diferentes denominações, como 'MOURA' e 'AVELAR', na Baixada Fluminense; 'IKEDA' e 'TAKAHASHI', em Campinas, SP; e 'CASCA-DURA', em Guapiara ou Suzano, SP. Dessa última foram selecionadas várias outras linhagens, que receberam o nome de Casca-Dura CAC, Casca-Dura Jiro, Casca-Dura Yamaguti e outros (COSTA & PINTO, 1977). Todas essas linhagens ou cultivares foram selecionadas por produtores rurais e possuíam dois pontos em comum:

1. origem na variedade plantada pelo Sr. Carlos Junger
2. resistência ao vírus Y.

Essas linhagens foram utilizadas no programa de melhoramento de pimentão iniciado em 1961 no Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo-IAC, em razão da resistência ao vírus y e de ser material já adaptado às condições brasileiras. O programa de pimentão do IAC deu origem à Série Agrônômico (NAGAI, 1983 e 1984b), à qual pertence a maioria das cultivares plantadas no País, Agrônômico-10G, Margareth, Magda, além das antigas Ikeda, Avelar, São Carlos e, em menor escala, Casca-Dura (SOUZA & CASALI, 1984). A base genética dessas cultivares é muito restrita, como pode ser observado na genealogia (NAGAI, 1983 e 1984b). Isso talvez esteja limitando o melhoramento da espécie no Brasil, principal-

mente porque nos programas de melhoramento de pimentão são utilizados cruzamentos de dois a quatro parentais, seguidos da condução da população segregante pelo método genealógico, ou por retrocruzamento. Evidentemente, o objetivo final é sempre a obtenção de linhagens homozigóticas, que associem o maior número possível de alelos favoráveis dos progenitores. Tais métodos foram eficientes no passado e terão sempre validade, principalmente para caracteres controlados por poucos genes e, ou, de alta herdabilidade.

Para caracteres mais complexos e controlados por número relativamente grande de genes, como produção, o tamanho da população segregante deve ser muito grande para poder conter os tipos mais extremos, ou seja, que combinem o maior número possível de alelos favoráveis ao caráter. Em razão disso, geralmente, o melhorista trabalha com uma pequena porção da variabilidade total, que pode ser gerada por um cruzamento, além da limitação imposta pelo pequeno número de parentais utilizados nos cruzamentos.

Em razão desses fatores, os melhoristas têm sugerido a utilização de outros métodos de melhoramento que complementem os tradicionalmente adotados para autógamas. Entre os métodos sugeridos incluem-se os de seleção recorrente fenotípica.

A seleção recorrente é um método de melhoramento em que se utiliza base genética maior. Esse método foi desenvolvido inicialmente para plantas alógamas e, primariamente, para caracteres herdados quantitativamente. Em sua essência, a seleção recorrente é um processo cíclico, através do qual ocorre uma mudança gradual nas frequências gênicas de uma população, visando ao aumento das frequências dos genes favoráveis para a expressão de um ou mais caracteres.

Segundo a literatura a maior limitação ao

uso da seleção recorrente em espécies autógamas tem sido a dificuldade do intercruzamento nessas espécies. Outra limitação é a necessidade de se levar o material à homozigose, o que exige o emprego dos métodos tradicionais (p.e. genealógico) e, portanto, maior tempo, ao contrário do que acontece em espécies alógamas ou nas de propagação vegetativa. Entretanto, a partir de meados da década de 60, vários esquemas de seleção recorrente para autógamas foram propostos, fazendo uso ou não da macho-esterilidade, principalmente para plantas produtoras de grãos (GILMORE Jr., 1964; COMPTON, 1968; DOGETT & EBERHART, 1968; JENSEN, 1970; BRIM & STUBER, 1973; FOUILLOUX, 1983).

Em espécies autógamas que produzem grande número de sementes por fruto, como fumo, tomate, berinjela, jiló e pimentão, a dificuldade de fazer cruzamentos suficientes para promover a recombinação em cada ciclo não é um fator limitante ao emprego da seleção recorrente. Em pimentão, um operário razoavelmente treinado pode fazer cerca de 60 a 80 cruzamentos por hora de trabalho.

Para espécies autógamas faltam estudos que demonstrem qual é o melhor esquema de seleção recorrente ou quais suas vantagens e desvantagens, como os existentes para alógamas. Também, a maneira de formar a população básica e os métodos de seleção são variáveis. Nesses aspectos, valem mais a experiência do melhorista e as facilidades disponíveis para a condução do programa.

O importante na escolha do método de seleção recorrente é considerar o ganho genético obtido em cada ciclo de seleção e o tempo necessário para completar um ciclo de seleção e recombinação, bem como o custo.

Em hortaliças, especialmente nas espécies autógamas ou de propagação vegetativa, são adotados, normalmente, os métodos tradicionais de melhoramento de plantas, havendo poucas citações do uso da seleção recorrente. JONES (1965) sugeriu um esquema de seleção recorrente para batata-doce. Tal esquema foi aplicado com muito sucesso no melhoramento dessa espécie nos Estados Unidos, sendo atualmente utilizado na maioria dos programas de melhoramento de batata-doce. IKUTA & PATERNIANI (1973), na ESALQ, conduziram com sucesso relativo um programa de seleção recorrente recíproca para berinjela; o objetivo desses autores era selecionar novos genótipos, de acordo com a sua capacidade de produzir híbridos superiores.

JONES (1965) sugeriu um esquema de seleção recorrente para batata-doce, espécie alógama, em que os cruzamentos são realizados por insetos, em esquema de "Polycross". Esquema semelhante pode ser aplicado a pimentão, sendo os cruzamentos realizados manualmente.

O número de cultivares (n) para se formar a população básica pode ser de 8 a 32, mas não é necessário fixar-se nesses números. Menor número de progenitores implica menor base genética e progressos mais rápidos, porém por menos tempo.

Nos cruzamentos iniciais são obtidos " n " híbridos F_1 através de um esquema circular, em que cada parental é cruzado com o seguinte: 1×2 , 2×3 , 3×4 , ..., $n \times 1$. De cada um dos n híbridos F_1 obtêm-se uma planta; no florescimento, retira-se o pólen de cada híbrido, procurando-se misturar a mesma quantidade de pólen de todos os híbridos e polinizando-se três a quatro flores por planta, para garantir pelo menos um fruto em cada uma delas. Na colheita, retira-se a mesma quantidade de sementes de cada fruto, para for

mar a geração seguinte, F_2 . Das sementes F_2 obtêm-se 500 plantas, ao acaso, sem nenhuma seleção; no florescimento, colhe-se uma flor de cada planta, retira-se e mistura-se o pólen das 500 flores e polinizam-se 100 plantas ao acaso. Os frutos maduros são colhidos individualmente, retirando-se cerca de 20 sementes de cada fruto, misturando-as. Metade das sementes é guardada e metade plantada, para formar F_3 . Esse processo é repetido por quatro gerações seguidas, de F_3 a F_6 , sem nenhuma seleção. O objetivo é permitir quebra de ligações gênicas e novas recombinações ao acaso, aumentando a variabilidade genética.

Após a quarta geração de cruzamentos ao acaso (F_4), colhe-se um fruto de cada uma das 100 plantas polinizadas e retiram-se todas as sementes, misturando-as. Nesse ponto, deverá haver grande variabilidade genética. Então, divide-se a população em subpopulações, de acordo com os objetivos, fazendo-se seleção; parte das sementes é guardada. As progênies selecionadas são intercruzadas, refazendo-se a população básica, dando início, efetivamente, ao processo de seleção recorrente.

Nas subpopulações pode ser feita seleção massal, que é mais rápida, mas com menor ganho por ciclo. Pode-se também fazer teste de progênie, obtendo-se na mesma planta um fruto cruzado com a testadora e outro de autofecundação, utilizando-se uma cultivar comercial como testadora; nesse caso, o ganho por ciclo é maior, mas o processo é mais demorado.

Em qualquer fase do processo, as progênies superiores podem ser selecionadas e avançadas pelo método genealógico. Também, em cada etapa, deve-se guardar metade das sementes obtidas, para se ter maior segurança ou realizar futuros trabalhos. Nesse esquema, a formação da população bá

sica é demorada, mas, depois, os ganhos por ciclo devem ser maiores, completando-se cada ciclo num ano.

A população obtida por seleção recorrente pode ser melhorada continuamente, constituindo-se em um método auxiliar aos tradicionais. Após os intercruzamentos, as progênies superiores são selecionadas e conduzidas pelo método genealógico, ou podem ser avançadas até homozigose pelo processo de "uma semente por descendente" (SSD), para posterior seleção. Assim, podem-se obter linhagens homozigóticas, para utilização como novas cultivares, ou progenitores para híbridos. O procedimento proposto está resumido na Figura 9.

As vantagens da seleção recorrente são:

1. aumento da frequência dos genes favoráveis na população e nas progênies dela derivadas;
2. maior oportunidade de quebra de ligações gênicas;
3. maior oportunidade de recombinação gênica;
4. maior número populacional efetivo e portanto, maior base genética.

Além dessas vantagens, inerentes aos próprios métodos de seleção recorrente, ainda há dois outros pontos muito importantes, que devem ser considerados em programas de melhoramento:

1. modo de introdução de novos genes no programa, sem começar "do zero";
2. flexibilidade para alterar os objetivos da seleção.

Figura 9. Esquema da seleção recorrente fenotípica proposta para pimentão.

No esquema proposto, novos genes podem ser introzuidos em qualquer etapa, principalmente nas subpopulações que já são melhoradas e têm maior base genética.

A proposta de seleção recorrente fenotípica é uma solução a médio/longo prazo para o problema específico da estreita base genética existente nas cultivares nacionais. O tempo necessário para se formar a população básica, três anos em média, é relativamente pequeno. A partir da sexta geração, cada ciclo de seleção recorrente pode ser facilmente completado em um ano, o que minimiza os problemas da interação genótipo e ano.

O pólen do pimentão é úmido, difícil de ser extraído com vibrador. Um procedimento que facilita a sua retirada é coletar as flores no estágio de botão, um dia antes da antese, tendo o cuidado de deixar o pedicelo com um centímetro, ou mais; a seguir, encaixam-se os pedicelos dos botões florais nas malhas de uma peneira de plástico, que é colocada dentro da água, de modo que apenas o pedicelo permaneça dentro; em dias frios ou à noite, ligar uma ou duas lâmpadas comuns sobre as flores; um a dois dias após as flores estarão abertas; bate-se levemente nas flores e o pólen solta-se facilmente, sendo coletado em placa de Petri pequena ou em vidro de relógio.

Segundo CASALI et alii (1984), o pólen do pimentão, colocado em placa de Petri, permanece viável por dois dias. Quando refrigerado a 2-6°C e mantido a 40-50% de umidade relativa do ar, pode permanecer viável por dez dias.

Quando possível, deve-se fazer cruzamentos planta a planta, pois evita-se ter que retirar e misturar o pólen, além de ter melhor amostragem dos gametas masculinos.

5. CONCLUSÕES

Para as condições em que foi realizado este trabalho, pode-se concluir:

1. Verificaram-se elevados valores de heterose, para produção total de frutos por planta (54,7%), número total de frutos por planta (30,8%), produção precoce-peso dos frutos (109,2%), produção precoce-número de frutos (70,7%) e peso médio dos frutos amostrados (52,9%). Para os demais caracteres a heterose foi pequena ($< 20\%$).
2. Os híbridos F_1 superaram a cultivar-padrão Agrônômico-10 G quanto a produção por planta, em valores variáveis de 12,4 a 77,9%. A supremacia dos híbridos ocorreu também em outros caracteres, como produção precoce-peso dos frutos, número total de frutos por planta, peso médio dos frutos e comprimento do fruto. Os parentais BGH 18 e 'Amarelo Italiano' se destacaram em produção.
3. Em geral, a correlação de ambiente foi de pequena magnitude. A correlação genotípica foi sempre maior, em valor absoluto, do que a correlação fenotípica, sendo ambas de mesmo sinal. O componente genético das correlações contribuiu mais do que os de ambiente nas correlações estudadas, e o fenótipo refletiu adequadamente o genótipo.
4. As correlações genotípicas mais interessantes ocorreram entre produção total de frutos por planta e produção precoce-peso dos frutos ($r_G = 0,950$), peso médio dos frutos

amostrados ($r_G = 0,663$), peso médio real dos frutos ($r_G = 0,526$), comprimento do fruto ($r_G = 0,749$) e relação entre comprimento e largura do fruto ($r_G = 0,520$). A produção não se correlacionou com o número total de frutos por planta nem com a altura da planta.

5. O número total de frutos por planta apresentou correlação genotípica negativa com peso médio dos frutos, largura do fruto, número de lóculos por fruto e número de dias para o florescimento. O peso médio dos frutos apresentou correlação genotípica positiva com largura do fruto e número de lóculos por fruto e correlação negativa com a altura da planta.
6. As estimativas da herdabilidade no sentido restrito para produção total de frutos por planta, número total de frutos de planta, produção precoce-peso dos frutos, produção precoce-número de frutos, altura da planta e número de lóculos por fruto foram de 44%, 74%, 46%, 50%, 29% e 81%, respectivamente. As herdabilidades no sentido amplo, para os mesmos caracteres e na mesma ordem, foram de 74%, 78%, 70%, 57%, 49% e 86%.
7. As estimativas dos graus médios de dominância revelaram a existência de sobredominância para produção total de frutos por planta (PTF), produção precoce-peso dos frutos (PPPF) e altura da planta (ALT); dominância incompleta em pequeno grau para número total de frutos por plantas (NTF) e produção precoce-número de frutos (PPNF), e ausência de dominância ou dominância incompleta em pequeno grau para número de lóculos por fruto (LOC). Alelos dominantes atuam no sentido de aumentar a magnitude dos caracteres PTF, PPPF, PPNF e ALT, segundo a metodologia de Jinks-Hayman. Para esses caracteres, não se detectou evidência de epistasia.

8. As análises de Jinks-Hayman revelaram maior predominância de efeito gênico de dominância para produção total de frutos por planta, produção precoce-peso dos frutos e altura da planta. A variância aditiva predominou nos caracteres número total de frutos por planta, produção precoce-número de frutos e número de lóculos por fruto.
9. A capacidade geral de combinação (CGC) foi mais importante do que a capacidade específica de combinação (CEC) para número total de frutos por planta, produção precoce-número de frutos, peso médio dos frutos amostrados, peso médio real dos frutos, relação entre comprimento e largura do fruto, número de lóculos por fruto, comprimento e largura do fruto.
10. A CEC foi mais importante do que a CGC para produção total de frutos por planta, produção precoce-peso dos frutos, altura da planta e número de dias para o florescimento.
11. Para produção total de frutos por planta, os parentais foram classificados, da maior para a menor CGC, em BGH 18, 'Amarelo Italiano', 'Agrônômico-10G', Linhagem P-14-8, 'Morón' e BGH 3041.
12. A exploração comercial do vigor híbrido é a melhor opção para o melhoramento do pimentão, a curto prazo. O uso de seleção recorrente fenotípica seria outra alternativa para o melhoramento dessa espécie, a médio/longo prazo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgard Blücher, 1971. 381p.
- ARYA, P.S. & SAINI, S.S. Genetic variability and correlations studies in bell peppers. Indian J. Agric. Res., Karnal, 10 (4): 223-8, 1976.
- BELLETTI, P. & LANTERI, S. Correlation between several features of pepper fruits. Capsicum Newsletter, Turin, 4: 27, 1985.
- BETLACH, J. Some results of heterosis breeding of sweet peppers (*C. annuum* L.). Genetika a Slechtění, Praha, 3: 259-52, 1967. Apud Plant Breed. Abstr., Cambridge, 38(4): 854, October 1968. (Resumo).
- BOLETIM MENSAL DO CEAGESP, São Paulo: 13-9, abril 1985.
- BRAZ, L.T. Avaliação de caracteres agronômicos e qualitativos de três cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) e da heterose em seus híbridos F1. Viçosa, 1982. 75p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- BRIM, C.A. & STUBER, C.W. Application of genetic male sterility to recurrent selection schemes in soybeans. Crop Sci., Madison, 13(5): 528-30, Sept./Oct. 1973.

- BRUNE, W.; SILVA, D.O.; MATOS, J.R. Sobre o teor de vitamina C em Mirtáceas - II. Revista Ceres, Viçosa, 13(75): 181-93, outubro/dezembro 1966.
- CAMPOS, J.P. de. Aspectos teóricos e aplicados da heterose em jiló (*Solanum gilo* Raddi). Piracicaba, 1973. 88p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- CASALI, V.W.D. & COUTO, F.A.A. Origem e botânica de *Capsicum*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(113): 8-10, maio 1984.
- CASALI, V.W.D.; PÂDUA, J.G.; BRAZ, L.T. Melhoramento de pimentão e pimenta. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(113): 19-20, maio 1984.
- CHENG, S.S. Avaliação de algumas características agronômicas em híbridos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Viçosa, 1972. 36p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- CIKLEEV, G. A comparative study of large-fruited varieties of red pepper in the Sandanski-Petrič area. Hort. & Viticult. Sofia, 3: 227-32, 1966. Apud Plant Breed. Abstr., Cambridge, 37(1): 142, January 1967. (Resumo).
- COMPTON, L.A. Recurrent selection in self-pollinated crops without extensive crossing. Crop Sci., Madison, 8(6): 773, Nov./Dec. 1968.
- COSTA, C.P. da & PINTO, C.A.B.P. Melhoramento de Hortaliças. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Genética, 1977. p.243-56. (Apostila).

- CRUZ, C.D. Análise dialélica e correlações entre caracteres em combinações híbridas de linhagens endogâmicas de milho (*Zea mays* L.). Viçosa, 1983. 36p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- DEPESTRES, T.; GÓMEZ, O.; ESPINOSA, J. Genetic parameters in pepper (*Capsicum annuum* L.). Capsicum Newsletter, Turin 4: 28, 1985.
- DIKIL, S.P.; STUDENTSOVA, L.I.; ANIKEENKO, V.S. Heterosis in pepper. Genetike i Selektivii, Sofia, 49(2): 252-69, 1973. Apud Plant Breed. Abstr., Cambridge, 44(1): 14, January 1974 (Resumo).
- DOGGETT, H. & EBERHART, S.A. Recurrent selection in sorghum. Crop Sci., Madison, 8(1): 119-21, Jan/Feb. 1968.
- FALCONER, D.S. Introduction to quantitative genetics. 2 ed. London, Longman, 1981. 340p.
- FERREIRA, P.E. On Jinks-Hayman's analysis of half diallels. Rev. Brasil. Genet., Ribeirão Preto, 8(1): 149-55, March 1985.
- FISHER, R.A. & YATES, F. Statistical tables for biological agricultural and medical research. 6 ed., New York, Hafner Publishing, 1963. p.63.
- FOUILLLOUX, G. Description and justification of a recurrent breeding program in order to improve dry bean. In: EUCARPIA MEETING ON PHASEOLUS BEAN BREEDING, Hamburg, 1983. Proceedings. Hamburg, EUCARPIA, 1983. 156p.

- GIKALO, G.S. The expression of heterosis in pepper and prospects for its use. Tr. Kuban s-Kh. in-ta, 33: 3-16, 1970. Apud Plant Breed. Abstr., Cambridge, 43(11): 738, November 1973 (Resumo).
- GILL, H.S.; THAKUR, P.C.; THAKUR, T.C. Combining ability in sweet-pepper (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* Sendt.). Indian J. Agric. Sci., New Delhi, 43(10): 918-21, October 1973.
- GILL, H.S.; ASAWA, S.M.; THAKUR, P.C.; THAKUR, T.C. Correlation, path-coefficient and multiple-regression analysis in sweet-pepper. Indian J. Agric. Sci., New Delhi, 47(8): 408-10, August 1977.
- GILMORE Jr., E.C. Suggested method of using reciprocal recurrent selection in some naturally self-pollinated species. Crop. Sci., Madison, 4(3): 323-5, May/June 1964.
- GOLDENBERG, J.B. El empleo de la correlacion en el mejoramiento genetico de las plantas. Fitotecnica Latinoamericana, Bogotá, 5(2): 1-8, Julio/diciembre 1968.
- GÓMEZ-GUILLAMÓN, M.L.; CUARTERO, J.; NUEZ, F. Correlation between fruit characters and pepper yield; I. In: GENETICS AND BREEDING OF CAPSICUM AND EGGPLANT, 5, Plovdiv, 1983. Proceedings. Plovdiv (BG), EUCARPIA, 1983. p.48-52.
- GRIFFING, B. An analysis of tomato yield components in terms of genotypic and environmental effects. Ames, Iowa State College, 1953. p.327-79 (Research Bull., 397).
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci., Melbourne, 9: 462-93, 1956.

- HALLAUER, A.R. & MIRANDA FILHO, J.B. Quantitative genetics in maize Breeding. Ames, Iowa State University Press, 1981. 468p.
- HAYMAN, B.I. The analysis of variance of diallel tables. Bio-metrics, Raleigh, 10(2): 235-44, June 1954a.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. Ge-netics, Baltimore, 39(6): 789-809, November 1954b.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. III. Genetics, Austin, 45(2): 155-72, February 1960.
- HEISER Jr., C.B. Peppers, capsicum (Solanaceae). In: SIMMONDS, N.W., ed. Evolution of Crop Plants, 2 ed., London, Longman, 1979. p.265-8.
- IKUTA, H. Vigor de híbridos na geração F₁ em berinjela (*Solanum melongena* L.). Piracicaba, 1961. 41p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- IKUTA, H. Ensaio de híbridos F₁, F₂ e variedades resistentes a vírus de pimentão (*Capsicum annuum* L.) Revista de Olericultura, Piracicaba, 11: 64, 1971. (Resumo).
- IKUTA, H. & PATERNIANI, E. Seleção recorrente recíproca em berinjela (*Solanum melongena* L.). Relatório Científico do Departamento de Genética, Piracicaba, 7: 168-73, 1973.
- IKUTA, H. & VENCOVSKY, R. Ensaio de híbridos F₁ de variedades de pimentão resistentes e viroses. Relatório Científico do Departamento de Genética, Piracicaba, 4: 62-4, 1970.
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. Genetic Resources of Capsicum. Rome, FAO/IBPGR, 1983. 49p.

JANA, S. Genetic analysis by means of diallel graph. Heredity, Edinburg, 35(1): 1-19, August 1975.

JENSEN, N.F. A diallel selective mating system for cereal breeding. Crop Sci., Madison, 10(6): 629-35, Nov./Dec. 1970.

JINKS, J.L. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. Genetics, Baltimore, 39(6): 767-88, November 1954.

JINKS, J.L. Biometrical genetics of heterosis. In: FRANKEL, R., ed. Heterosis; reappraisal of theory and practice. Berlin, Springer Verlag, 1983. p.1-46.

JINKS, J.L. & HAYMAN, B.I. The analysis of diallel crosses. Maize Genet. Coop. Newslet., Ithaca, 27: 48-54, 1953.

JOHNSON, L.P.V. Applications of the diallel-cross techniques to plant breeding. In: HANSON, W.D. & ROBINSON, H.F., ed. Statistical Genetics and Plant Breeding, s.l., NAS-NRC, 1963. p.561-9.

JONES, A. A proposed breeding procedure for sweet-potato. Crop Sci., Madison, 5(2): 191-2, March/April 1965.

KAISER, S. The factors governing shape and size in capsicum fruits; a genetic and developmental analysis. Bulletin of the "Torrey Botanical Club", New York, 62(8): 433-54, November 1935.

KEMPTHORNE, O. An introduction to genetic statistics. Ames, Iowa State University Press, 1969. 545p.

KHALF-ALLAH, A.M.; ABDEL-AL, Z.E.; GAD, A.A. Combining ability in peppers (*Capsicum annuum* L.). Egypt J. Genet. Cytol., Alexandria, 4(2): 297-304, July 1975a.

KHALF-ALLAH, A.M.; ABDEL-AL, Z.E.; GAD, A.A. Inheritance and gene action for yield in peppers (*Capsicum annuum* L.). Egypt J. Genet. Cytol., Alexandria, 4(2): 287-95, July 1975b.

KIMURA, O. Melhoramento de pimentão visando à resistência à "pústula bacteriana". Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(113): 41-4, maio 1984.

MALUF, W.R.; MIRANDA, J.E.C. de; CORDEIRO, C.M.T. Correlações entre médias de híbridos F₁ e médias parentais em tomate. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, 17(8): 1171-6, agosto 1982.

MALUF, W.R.; FERREIRA, P.E.; MIRANDA, J.E.C. de. Genetic divergence in tomatoes and its relationship with heterosis for yield in F₁ hybrids. Rev. Brasil. Genet., Ribeirão Preto, 6(3): 453-60, September 1983.

MANSOUR, N.S. & HONMA, S. Inheritance of factors related to earliness in pepper. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., Greensboro, 91: 417-27, December 1967.

MATHER, K. & JINKS, J.L. Biometrical Genetics. The study of continuous variations. 2 ed., London, Chapman and Hall, 1982. 382p.

MATSUOKA, K. Melhoramento de pimentão e pimenta visando à resistência a doenças fúngicas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(113): 49-52, maio 1984.

McARDLE, R.N. & BOUWKAMP, J.C. Inheritance of several fruit characters in *Capsicum annuum* L. J. Hered., Washington, 74(2): 125-7, March/April 1983.

- McLEOD, M.J.; GUTTMAN, S.I.; ESHBAUGH, W.G.; RAYLE, R.E. An electrophoretic study of evolution in capsicum (solanaceae). Evolution, Lancaster, 37(3): 562-74, May 1983
- MILKOVA, L.I. Results from a study of quantitative characters in pepper. Capsicum Newsletter, Turin, 1: 26-7, 1982.
- MIRANDA, J.E.C. de. Avaliação de seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e suas progênies híbridas Fl. Viçosa, 1978. 42p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- MODE, C.J. & ROBINSON, H.F. Pleiotropism and the genetic variance and covariance. Biometrics. Knoxville, 15(4): 518-37, December 1959.
- MOLL, R.H. & STUBER, C.W. Quantitative genetics; empirical results relevant to plant breeding. Adv. in Agron., New York, 26: 277-313, 1974.
- NAGAI, H. Obtenção de variedades de pimentão resistentes ao mosaico. Bragantia, Campinas, 27(28): 311-56, setembro 1968.
- NAGAI, H. Novas variedades de pimentão resistentes ao mosaico causado por vírus Y. Bragantia, Campinas, 30(9): 91-100, maio 1971.
- NAGAI, H. Registro de cultivar: pimenta-verde Agrônomo 4 e 11. Revista de Olericultura, Viçosa, 27: 29-30, 1979.
- NAGAI, H. Melhoramento de pimentão (*Capsicum annuum* L.) visando resistência ao vírus Y. Horticultura Brasileira, Brasília, 1(2): 3-9, novembro 1983.
- NAGAI, H. Viroses de pimentão e pimenta. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(113): 52-4, maio 1984a.

- NAGAI, H. Melhoramento genético de pimentão e pimenta, visando à resistência a viroses. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, 10(113): 55-8, maio 1984b.
- NAGAI, H. & COSTA, A.S. Further progress in breeding pepper varieties for PVY resistance in São Paulo, Brazil. In: GENETIC AND BREEDING OF CAPSICUM, Budapest, 1974. Proceedings. Budapest, EUCARPIA, 1974. p.153-5.
- OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação de nove linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.) para fins industriais. Viçosa, 1978. 50p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- PÁDUA, J.G. de. Seleção de linhagens visando rendimento e qualidade do fruto do pimentão (*Capsicum annuum* L.). Viçosa, 1983. 61p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- PATERNIANI, E. Estudos recentes sobre heterose. Campinas, Fundação Cargill, 1974. 36p. (Boletim 1).
- PEARSON, O.H. Heterosis in vegetable crops. In: FRANKEL, E, ed. Heterosis; reappraisal of theory and practice. Berlin, Springer-Verlag, 1983. p-138-88.
- PICKERSGILL, B. The domestication of chili peppers. In: UCKO, P.J. & DIMBLEBY, G.W., ed. The Domestication and Exploitation of Plants and Animals. London, Gerald Duckworth, 1969. p.443-50.
- POBLETE, E.R. El cultivo de los chiles dulces. Novedades Hortícolas, México, 16(1-4): 21-7, 1971.

- POLOWICK, P.L. & SAWHNEY, V.K. Temperature effects on male fertility and flower and fruit development in *Capsicum annuum* L. Scientia Horticulturae, Amsterdam, 25(2): 117-127, February 1985.
- POPOVA, D. & MILAILOV, L. Inheritance of some quantitative characters on heterotic combinations of pepper (*Capsicum annuum* L.). Genet. Agr., Roma, 30(3/4): 399-406, Dicembre 1976.
- POPOVA, D. & MIHAILOVA, L. Some heterosis manifestations in pepper (*Capsicum annuum* L.). Capsicum Newsletter, Turin, 3: 29, 1984.
- POZO COMPODONICO, O. Estimates of natural cross - pollination in serrano pepper (*Capsicum annuum* L.). Capsicum Newsletter, Turin, 2: 113-5, 1983.
- ROCCHETTA, G.; GIORGI, G.; GIOVANNELLI, G. Correlation analysis between morphological traits and productivity in cultivated capsicum for an understanding of the heterosis phenomenon. Genet. Agr., Roma, 30(3/4): 355-74, Dicembre 1976.
- RYLSKI, I. Effect of night temperature on shape and size of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci., St. Joseph., 98(2): 149-52, March 1973.
- SAKAI, K. Genetics studies on some fruit characters in (*Capsicum annuum* L.). Ann. Rep. Natl. Inst. Genet. Japan, 2: 31, 1952.
- SCHRADER, O.L. Observações sobre o vigor de híbrido em pimentão. Agronomia, Itaguai, 12(2): 45-9, abril/junho 1953.

- SCOTT, A.J. & KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics, Raleigh, 30(3): 507-12, September 1974.
- SHIFRISS, C. & RYLSKI, I. Comparative performance of F_1 hybrids and open-pollinated Bell pepper varieties (*Capsicum annuum* L.) under suboptimal temperature regimes. Euphytica, Wageningen, 22(3): 530-4, November 1973.
- SILVETTI, E. & GIOVANNELLI, G. Diallel analysis of quantitative traits in *Capsicum annuum* L. Genet. Agr., Roma, 30(3/4): 343-53, Dicembre 1976.
- SILVETTI, E. & GRASSIA, A. Genetic researches on capsicum. Genet. Agr., Roma 30(3/4): 375-96, Dicembre 1976.
- SINGH, R.K. & CHAUDHARY, B.D. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. 2 ed., New Delhi, Kalyani Publishers, 1979. 304p.
- SOUZA, R.J. & CASALI, V.W.D. Cultivares de pimentão e pimenta. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(113): 14- 8, maio 1984.
- SPRAGUE, G.F. & TATUM, L.A. General vs specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agron., Geneva, 34(10): 923-32, October 1942.
- STUDENTSOVA, L.I. Some morphological and physiological features of red pepper hybrids. Genetike i Selektivii, Sofia, 50(2): 30-3, 1973. Apud Plant Breed. Abstr., Cambridge, 44(4): 222, April 1974.
- THAKUR, P.C.; GILL, H.S.; BRAGCHANDANI, P.M. Diallel analysis of some quantitative traits in sweet pepper. Indian J. Agric. Sci., New Delhi, 50: 811-7, 1980.

UZO, J.O. Hybrid vigours and gene action of two quantitative traits of flavour peppers in Nigeria. Scientia Horticulturae, Amsterdam, 22: 321-6, 1984.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E., coord. Melhoramento e produção de milho (*Zea mays* L.) no Brasil. Campinas, Fundação Cargill, 1978. p.122-99.

YATES, F. The analysis of data from all possible reciprocal crosses between a set of parental lines. Heredity, Edinburgh 1(3): 287-301, December 1947.