**ANÁLISE GENÉTICA DE UM CRUZAMENTO DIALÉLICO
EM ABOBRINHA (*Cucurbita pepo* L.)**

PAULO SERGIO KOCH
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. CYRO PAULINO DA COSTA

**Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do Título de Mestre em Agronomia - Área
de concentração: Genética e Melhoramento
de Plantas.**

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1995

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Koch, Paulo Sergio

Análise genética de um cruzamento dialélico em abobrinha
(Cucurbita pepo L.). Piracicaba, 1995.
79p. ilus.

Diss.(mestre) - ESALQ

Bibliografia.

1. Abobrinha - Cruzamento dialélico 2. Abobrinha - Genética
I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 635.62

**ANÁLISE GENÉTICA DE UM CRUZAMENTO DIALÉLICO
EM ABOBRINHA (*Cucurbita pepo* L.)**

PAULO SERGIO KOCH

Aprovada em: 20/12/1995

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa

Prof. Dr. Isaias Olívio Geraldi

Dr. Paulo Tarcísio Della Vecchia

ESALQ/USP

ESALQ/USP

AGROFLORA S/A

Prof. Dr. Cyro Paulino Da Costa
Orientador

A DEUS

por mais esta oportunidade de evolução.

À EVELYN

pelo entendimento, pelo desvelo, pela abnegação, pela energia, pelo amor, por além de esposa ser companheira.

DEDICO

À CLARA

*“clara como a luz do sol
clareira luminosa nessa escuridão”*

*pela alegria infinita de estarmos juntos outra vez,
`a minha filha*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa por abrir-me as primeiras portas e orientar-me nos caminhos da vida acadêmica e profissional.
- Ao Dr Paulo Tarcísio Della Vecchia, amigo desta e de outras vidas, pela orientação, estímulo, apoio, amizade e incansáveis lições de dinamismo.
- Ao Prof. Dr. Isaias Olívio Geraldi, pelo auxílio indispensável e conhecimentos transmitidos.
- À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, em especial aos docentes do Departamento de Genética, pelos ensinamentos recebidos durante o curso.
- Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelo auxílio financeiro para a realização do curso.
- À Diretoria da AGROFLORA S/A pela oportunidade ímpar de receber mais este treinamento.
- Aos colegas de Pós-Graduação pelo companheirismo, em especial aos amigos Rubens Marschalek e Raimundo Nonato Vieira da Cunha, por todos os momentos de tensão e conquista que partilhamos.

- Aos funcionários da Divisão de Biblioteca e Documentação, em especial às bibliotecárias Silvana Marchizelli Gregório, Eliana Maria Garcia Sabino, Kátia Maria Andrade Ferraz e à funcionária Aparecida Elizabeth dos Santos Paiva, pelo profissionalismo e amizade.
- À secretária de Pós-Graduação do Departamento de Genética da ESALQ, Cândida Vanderléia de Oliveira, pela cordialidade, compreensão e ajuda prestada durante todo o curso.
- Aos amigos Adolfo Harano, Maurício Gusmão Rangel e Raquel Cristina de Oliveira Delvecchio, pelo prestimoso auxílio na coleta dos dados experimentais.
- À amiga Elza Aparecida Prando das Mercês pela ajuda constante nas diversas etapas de preparação deste trabalho.
- Aos funcionários do Setor de Melhoramento de Hortaliças do Departamento de Pesquisa da AGROFLORA S/A, em especial aos Srs. Francisco Furtado de Oliveira e Antonio Carlos Santos, pela colaboração na condução dos trabalhos experimentais.
- À Maria Célia Rodrigues, pela eficácia, competência e paciência na digitação deste trabalho.
- Aos colegas de trabalho da AGROFLORA S/A, em especial aos companheiros Pedro Terenciano Sobrinho, Luciano Peixoto de Faria e Amadeu Terenciano, pela retaguarda necessária durante minha ausência na Companhia.
- Aos amigos Leonardo Alves Carneiro e Sérgio Marques Júnior, pelas diversas correções de Rumo.

- A Paulo Roberto Koch e Iracy Viana Koch, meus pais, agradecimentos especiais por todo o auxílio e constante encorajamento.
- À minha irmã Ida Roberta Koch, por todos os momentos de aprendizagem mútua.
- A Roberto Koch e Clara de Souza Koch (*in memoriam*), meus avós, exemplos de amor e caridade incondicional, minha mais profunda gratidão.

***“Pouca ciência conduz ao ateísmo;
muita ciência conduz a Deus”.***

BACON

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	xiii
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. A abobrinha, considerações gerais	4
2.2. Cruzamentos dialélicos e capacidade de combinação	8
2.3. Heterose	11
2.3.1. Considerações gerais.....	11
2.3.2. Componentes de heterose em hortaliças	13
2.3.3. Componentes de heterose em abobrinha	14
2.3.3.1. Florescimento.....	14
2.3.3.2. Frutificação	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Obtenção das linhagens	17
3.2. Obtenção dos híbridos F ₁	19

3.3. Delineamento experimental e manejos culturais	21
3.4. Parâmetros avaliados.....	23
3.5. Análises estatístico-genéticas.....	24
3.5.1. Análise de variância.....	24
3.5.2. Análise dialélica de GRIFFING	26
3.5.3. Heterose	31
3.5.4. Correlação de PEARSON	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Análise de variância.....	33
4.2. Heterose	35
4.2.1. Heterose para produção total de frutos por planta	35
4.2.2. Heterose para produção precoce de frutos por planta	38
4.2.3. Heterose para número de flores femininas por planta até o 31º nó	41
4.2.4. Correlação fenotípica entre caracteres avaliados	46
4.3. Análise dialélica de GRIFFING	52
4.3.1. Efeitos da capacidade geral de Combinação (CGC)	54
4.3.2. Efeitos da capacidade específica de combinação (CEC)	57
4.3.2.1. Efeitos $\hat{s}_{ii}$	59
4.3.2.2. Efeitos $\hat{s}_{ij}$	61
4.4. Estratégia de melhoramento utilizada e comentários gerais	66
5. CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

LISTA DE FIGURAS

	Página
01 - Origem das linhagens de abobrinha utilizadas como parentais no cruzamento dialélico.....	18
02 - Representação gráfica da heterose em relação à média parental (Hmp), ao parental superior (Hps) e à cultivar padrão (Hcp), referente ao híbrido $P_1 \times P_2$ para o caráter número de frutos por planta.....	42
03 - Representação gráfica da heterose em relação à média parental (Hmp), ao parental superior (Hps) e à cultivar padrão (Hcp), referente ao híbrido $P_3 \times P_5$ para o caráter número de frutos por planta.....	43
04 - Correlação entre número de frutos por planta em colheita total (NFT) e número de frutos por planta em colheita precoce (NFP).....	48
05 - Correlação entre número de frutos por planta em colheita total (NFT) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF).....	50

06 -	Correlação entre número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF).....	51
07 -	Frutos no ponto comercial dos híbridos selecionados $P_1 \times P_2$ (AF1774) e $P_2 \times P_5$ (AF1783).....	64
08	Frutos no ponto comercial do híbrido original Clarita.....	65

LISTA DE TABELAS

	Página
01 - Área e produção de algumas hortaliças cultivadas no Brasil e em São Paulo durante o ano de 1990.....	7
02 - Principais características contrastantes das sete linhagens selecionadas de abobrinha, utilizadas como parentais no cruzamento dialélico completo sem recíprocos.....	19
03 - Híbridos F ₁ de abobrinha obtidos através de cruzamento dialélico completo sem recíprocos (7 x 7).....	20
04 - Temperatura mínima, média, máxima, umidade relativa e precipitação para os meses de Outubro a Dezembro/1993.....	22
05 - Esquema da ANAVA em blocos casualizados completos, apresentando as esperanças dos quadrados médios para cada um dos caracteres avaliados.....	25

06 - Esquema da ANAVA para CGC e CEC e esperanças dos quadrados médios, baseados no método 2, modelo misto B de GRIFFING.....	28
07 - Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e coeficientes de variação em porcentagem (C.V.) da análise da variância, com base na média por parcela, para os caracteres: número de frutos por planta em colheita total (NFT); número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF), em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha.....	34
08 - Média da produção total em número de frutos por planta (NFT) e valores de heterose (Hmp, Hps e Hcp) em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha.....	36
09 - Média da produção precoce em número de frutos por planta (NFP) e valores de heterose (Hmp, Hps e Hcp) em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha.....	39

- 10 - Média do número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF) e valores de heterose (Hmp, Hps e Hcp) em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha..... 44
- 11 - Análise de correlação de PEARSON e os respectivos coeficientes de correlação (r) e coeficientes de determinação (r^2), com base na média por tratamento, entre os caracteres: número de frutos por planta em colheita total (NFT); número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até 31º nó (NFF), em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha..... 47
- 12 - Quadrados médios (QM) da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC) e do erro; e magnitude relativa dos efeitos da CGC, em comparação com os efeitos da CEC, para os caracteres: número de frutos por planta em colheita total (NFT); número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF), em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha..... 53
- 13 - Estimativas dos efeitos da CGC ($\hat{g}_i$) e erro padrão (EP) dos efeitos de dois parentais diferentes, para os caracteres número de frutos por planta em colheita total (NFT); número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF), em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha..... 55

14 - Estimativas dos efeitos da CEC ($\hat{s}_{ij}$) e erros-padrão (EP) dos efeitos de dois F_1 's com e sem parental comum, para os caracteres: número de frutos por planta em colheita total (NFT); número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF), em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha.....	58
---	----

ANÁLISE GENÉTICA DE UM CRUZAMENTO DIALÉLICO EM ABOBRINHA (*Cucurbita pepo* L.)

Autor: PAULO SERGIO KOCH

Orientador: Prof. Dr. CYRO PAULINO DA COSTA

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos obter estimativas de heterose, coeficientes de correlação e capacidade de combinação para caracteres de produção, através de um sistema de cruzamento dialélico completo sem recíprocos 7 x 7. Utilizaram-se sete linhagens parentais endogâmicas extraídas a partir de um único cruzamento biparental. Obtiveram-se os 21 híbridos F₁ possíveis entre elas. Os 29 tratamentos, constituídos pelos 7 parentais, 21 híbridos e o híbrido original, foram testados no delineamento em blocos casualizados completos, com 4 repetições e 7 plantas por parcela, na Estação Experimental de Bragança Paulista, da Agroflora S/A, localizada em Bragança Paulista, SP.

Foram avaliados os caracteres: número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF); número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e em colheita total (NFT). Realizaram-se 22 colheitas, sendo consideradas como colheita precoce as

primeiras 11 colheitas. Os frutos foram colhidos no ponto comercial para o mercado de São Paulo com peso de fruto em torno de 200-250 g.

As análises estatístico-genéticas foram procedidas segundo a metodologia de análise dialélica de GRIFFING (método 2, modelo misto B). As correlações entre caracteres foram medidas pelo coeficiente de PEARSON. As heteroses foram calculadas em relação à média dos parentais (Hmp), ao parental superior (Hps) e ao híbrido original (Hcp).

Obtiveram-se 2 linhagens parentais e 6 híbridos F_1 superiores ao híbrido original, para os três caracteres avaliados.

Verificaram-se expressivos valores positivos de heterose para produção total e produção precoce nas combinações híbridas, ao passo que para o caráter número de flores femininas, os valores dos híbridos não diferiram dos parentais.

Há predominância de efeitos gênicos aditivos (CGC) na expressão dos caracteres estudados. O coeficiente de correlação entre número de flores femininas e produção foi bastante alto ($r = 0,8$).

Selecionaram-se os híbridos $P_1 \times P_2$ (padrão cilíndrico) e $P_2 \times P_5$ (padrão bojudó), como potencialmente competitivos, sob o ponto de vista comercial.

GENETIC ANALYSIS OF A DIALLEL CROSS IN SUMMER SQUASH (*Cucurbita pepo* L.)

Author: PAULO SERGIO KOCH

Adviser: Prof. Dr. CYRO PAULINO DA COSTA

SUMMARY

The objectives of the present work were to obtain estimates of heterosis, correlations and combining ability for yield traits, in a seven-parent partial diallel cross system. Seven inbred lines were obtained from an original biparental cross. Crosses were made in all possible combinations to obtain 21 F₁ hybrids, except the reciprocals. Twenty nine entries (7 parents, 21 F₁ hybrids and the original hybrid) were grown in a randomized complete block design with four replications, 7 plants per plot, at Bragança Paulista Research Station, Agroflora S/A, in Bragança Paulista, SP, Brazil, in 1993.

The following traits were evaluated: number of female flowers per plant (NFF); number of fruits per plant in early harvest (NFP) and in total harvest (NFT). Twenty two harvests were made and the first 11 of them were considered early harvest. Fruits were harvested at marketable size (200 - 250 g/fruit).

The data for each trait were first subjected to the analysis of variance. GRIFFING's method 2, mixed model B was then used to estimate the general (CGA) and

specific combining abilities (SCA). Correlations were measured using PEARSON'S coefficient. Heterosis were described as midparent heterosis (Hmp), high parent heterosis (Hps) and relative check performance (Hcp).

Two parental lines and six F_1 hybrids were superior to the original F_1 hybrid for all traits that were evaluated. Heterotic effects were positive for NFP and NFT in the hybrid combinations. On the other hand, number of female flowers per plant did not differ among the genotypes.

The additive gene effects were more important than non-additive gene effects for all traits that were evaluated. PEARSON'S coefficient between number of female flowers and yield was high ($r = 0,8$).

The hybrids $P_1 \times P_2$ (cilindric fruit shape) and $P_2 \times P_5$ (conic fruit shape) were selected as potentially competitive in the market.

1. INTRODUÇÃO

Abobrinha é a designação dada ao fruto e à planta das cultivares de abóbora, pertencentes às espécies *Cucurbita pepo* L. e ou *Cucurbita moschata* Duch, cujos frutos são consumidos no estágio imaturo. Áreas de plantio de abobrinha no Brasil concentram-se na região sudeste, notadamente no estado de São Paulo. O volume de comercialização desta hortaliça no primeiro semestre de 1995, segundo dados do BOLETIM MENSAL DO CEAGESP (1995), foi de 18.722 toneladas, ao preço médio de R\$ 8,12/cx (20 kg).

Caserta, cultivar de *C. pepo* de polinização aberta, é a cultivar de abobrinha mais consumida no Brasil. Cerca de 80% do volume de sementes comercializadas no mercado brasileiro pertence a esta cultivar. Apresenta plantas com hábito de crescimento tipo moita e ciclo de 45 a 50 dias da semeadura até início de colheita. Produz frutos imaturos de formato cilíndrico levemente afilado na direção do pedúnculo e coloração externa verde clara com estrias verde mais escuras.

O uso de sementes híbridas na produção comercial de hortaliças é hoje prática comum nos países desenvolvidos e naqueles em acelerado processo de desenvolvimento. A substituição de cultivares de polinização aberta por cultivares híbridas é motivada pelas vantagens oferecidas aos produtores e consumidores,

destacando-se: aumento da produtividade, maior uniformidade, melhor padronização e qualidade dos frutos. Para as companhias de melhoramento e produção de sementes, as cultivares híbridas garantem um maior retorno econômico do investimento realizado em pesquisa além de assegurar a exclusividade da oferta e comercialização de suas sementes no mercado. A adoção de sementes híbridas de abobrinha por parte dos produtores brasileiros, segue a mesma tendência que atinge a maioria das espécies de hortaliças de valor econômico. Além das cultivares de polinização aberta, verifica-se uma crescente utilização de sementes híbridas F_1 de abobrinha.

Os programas de melhoramento de abobrinha, que visam a obtenção de híbridos F_1 , têm como estratégia o desenvolvimento de linhagens por meio de autofecundações sucessivas, beneficiando-se da ausência de perda de vigor nas linhagens endogâmicas em cucurbitáceas (WHITAKER & ROBINSON, 1986). O potencial de cada uma das linhagens em desenvolvimento pode ser avaliado através de sua capacidade geral e específica de combinação para os diferentes caracteres de interesse agrônomo. Estas informações podem ser obtidas por meio de métodos estatístico-genéticos que utilizem cruzamentos dialélicos, nos quais os tipos de ação gênica que controlam os caracteres podem ser avaliados em termos de capacidade combinatória (MELO, 1987).

Uma das estratégias utilizadas nos programas de melhoramento genético, usa como fonte de germoplasma populações segregantes derivadas de híbridos comerciais, com posterior recombinação de linhagens extraídas. Tendo em vista este fato, o presente trabalho tem como principais objetivos:

- a) obter estimativas da capacidade geral e específica de combinação para os caracteres número de flores femininas por planta até o 31º nó, número de frutos por planta em colheita precoce e número de frutos por planta em colheita total, para 7 linhagens de abobrinha (*C. pepo*) de porte braquítico, derivadas de um único cruzamento, através da análise genética dos cruzamentos obtidos entre elas no sistema dialélico completo sem recíprocos;
- b) determinar os valores de heterose para os mesmos caracteres, calculados através da comparação do comportamento de cada híbrido com o valor da média parental, com a média do parental superior e com a média da cultivar considerada padrão (híbrido original);
- c) testar a hipótese de que é possível recombinar linhagens extraídas a partir de um único híbrido F_1 comercial, obtendo-se híbridos superiores ao mesmo;
- d) correlacionar o padrão de florescimento com a produtividade das linhagens estudadas;
- e) identificar híbridos comercialmente promissores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A abobrinha, considerações gerais

A família *Cucurbitaceae* compreende aproximadamente 100 gêneros com mais de 800 espécies, distribuídos em regiões tropicais, subtropicais e temperadas. A maioria das espécies são nativas de regiões aquecidas do leste e do sul da África (COSTA & PINTO, 1977).

O gênero *Cucurbita* é nativo das Américas. Há evidências, através de sítios arqueológicos, no sudoeste dos Estados Unidos, México e Norte da América do Sul, que plantas pertencentes às espécies *C. pepo*, *C. moschata*, *C. mixta* e *C. maxima* já eram amplamente cultivadas na era pré-colombiana (WHITAKER & ROBINSON, 1986). Os primeiros relatos sobre o gênero *Cucurbita* foram feitos pelos primeiros exploradores das Américas, os quais indicavam que frutos do gênero já eram utilizados e consumidos pelos povos indígenas por ocasião do seu descobrimento (PARIS, 1989).

O principal produto olerícola das plantas do gênero *Cucurbita* é o fruto, que pode ser consumido na forma imatura (abobrinhas) cozida ou crua como salada ou na forma madura (abóboras) cozida com açúcar (doces) ou sal (quibebes). Outras formas de consumo menos usuais são o de sementes torradas e salgadas e de ponteiros de ramas refogados (cambuquira).

As espécies mais comumente utilizadas para consumo de frutos imaturos são *C. pepo* e *C. moschata*. Botanicamente o principal parâmetro de diferenciação entre estas duas espécies é a presença de espículos coriáceos nos pedúnculos e pecíolos das plantas de *C. pepo*.

Conforme relata CARDOSO (1993), as principais cultivares de abobrinha, *C. pepo*, comercializadas no Brasil pelas companhias de sementes são: a) cultivares híbridas F₁: Bianca e Novita (Agroflora), Clarice e Clarinda (Agrocere), Clarita (Petoseed) e Ipanema (Asgrow); b) cultivares de polinização aberta: Branca da Virgínia, Caserta e Tronco Branca (diversas companhias). Da espécie *C. moschata* as principais cultivares utilizadas como abobrinha são: a) a cultivar híbrida F₁: Duda (Agroflora), b) cultivares de polinização aberta: Comunzinha, Menina Brasileira e Piramoita (diversas companhias).

As plantas das cultivares de *C. pepo* possuem hábito de crescimento braquítico, os frutos apresentam formato cilíndrico levemente afilado na direção do pedúnculo ou bojudo. No ponto comercial, suas dimensões variam entre 15 a 20 cm de comprimento e 4 a 6 cm de diâmetro, pesando 200 a 250 g. PARIS et al. (1985) citam a cultivar Caserta como a mais tradicional representante deste grupo, apresentando nas dimensões de comprimento e diâmetro de fruto imaturo a relação aproximada de 3:1, formato cilíndrico/cônico e coloração verde clara com estrias verde escuras. As plantas das cultivares de *C. moschata* podem possuir hábito de crescimento braquítico ou indeterminado, sendo os representantes mais tradicionais deste grupo as cultivares Menina Brasileira e Piramoita que possuem frutos imaturos apresentando pescoço e bojo

(COSTA, 1974). Recentemente foi introduzida no mercado brasileiro a cultivar híbrida F₁ Duda, também pertencente a espécie *C. moschata*, mas que apresenta frutos de formato cilíndrico/cônico, similares aos frutos da cultivar Caserta (DELLA VECCHIA et al., 1993).

De acordo com RAMALHO SOBRINHO et al. (1991), a área plantada com abobrinha no Brasil no ano de 1990 foi de 3.230 ha, alcançando uma produção de 46.420 toneladas. Neste mesmo ano, a área plantada com abobrinha no estado de São Paulo foi de 1.365 ha, alcançando uma produção de 16.723 toneladas correspondendo a 36% da produção total brasileira. No estado de São Paulo a área ocupada com plantio de abobrinha em 1990, superou as áreas ocupadas com beterraba, couve-flor, quiabo, pepino e berinjela, conforme mostra a Tabela 1.

CAMARGO FILHO & MAZZEI (1994) relatam que a variação estacional de preços (em dólar) de abobrinha no ETSP/CEAGESP no período 1987-91 alcançou a amplitude de 94%, com preço médio anual de US\$ 7,33/cx e custo de produção de US\$ 2,75/cx. Os preços máximos foram registrados entre os meses de março a abril, e os preços mínimos entre os meses de novembro e dezembro. Grande parte desta variação de preços pode ser explicada pela sazonalidade de oferta do produto durante os meses de verão, época mais quente do ano na região sudeste, quando a infecção por viroses transmitidas por pulgões, restringe sensivelmente a área plantada e o volume de produção.

Tabela 1 - Área e produção de algumas hortaliças^{1/} cultivadas no Brasil e em São Paulo durante o ano de 1990.

Hortaliça	São Paulo			Brasil			Participação da
	Ordem ^{2/}	Área (ha)	Produção (t)	Ordem ^{2/}	Área (ha)	Produção (t)	produção São Paulo/Brasil %
Cenoura	1	4.976	135.748	4	10.910	286.700	47,4
Melancia	2	4.684	123.902	1	36.230	794.580	15,2
Repolho	3	3.933	126.509	2	11.029	339.046	37,3
Abóbora	4	2.788	120.440	3	10.980	120.440	26,1
Pimentão	5	1.813	39.893	5	5.470	116.550	34,2
Abobrinha	6	1.365	16.723	9	3.230	46.420	36,0
Beterraba	7	1.322	34.593	6	3.780	89.490	38,7
Couve-flor	8	655	11.869	7	3.600	70.210	16,9
Quiabo	9	621	6.526	8	3.400	48.280	13,5
Pepino	10	549	17.382	10	2.750	55.790	31,2
Berinjela	11	299	10.925	12	473	14.932	73,2
Jiló	12	100	3.138	11	673	17.996	17,4

^{1/} não estão computadas hortaliças classificadas como grupo I (tomate, batata, cebola, alho).

^{2/} ordenamento decrescente, usando como critério tamanho da área cultivada.

Adaptado de RAMALHO SOBRINHO et al. (1991).

2.2. Cruzamentos dialélicos e capacidade de combinação

Segundo GRIFFING (1956) o sistema de cruzamentos dialélicos consiste em um grupo de p linhagens ou cultivares autofecundadas, cruzadas duas a duas entre si, resultando em um máximo de p^2 combinações, que podem ser subdivididas em três grupos: a) as próprias p cultivares parentais; b) um grupo de $\frac{1}{2} p (p-1)$ híbridos F_1 e, c) um grupo de $\frac{1}{2} p (p-1)$ híbridos F_1 recíprocos. Os dados dessas combinações podem ser agrupados em uma tabela $p \times p$, designada de Tabela Dialélica.

KEMPTHORNE & CURNOW (1961) citam que a utilização de cruzamentos dialélicos nos programas de melhoramento de plantas e animais, iniciou-se depois que SPRAGUE & TATUM (1942) estabeleceram os conceitos de capacidade geral e específica de combinação. YATES (1947) apresentou o primeiro esquema de análise de variância para tabelas dialélicas. Posteriormente vários modelos de análise dialélica foram propostos por outros pesquisadores (HAYMAN, 1954, 1958, 1960; GRIFFING, 1956; KEMPTHORNE & CURNOW, 1961; MATHER & JINKS, 1971).

GRIFFING (1956) propõe quatro diferentes métodos experimentais de análise dialélica:

- a) **Método experimental 1:** inclui linhagens parentais, híbridos F_1 e seus recíprocos.
- b) **Método experimental 2:** inclui linhagens parentais e híbridos F_1 .
- c) **Método experimental 3:** inclui híbridos F_1 e seus recíprocos.
- d) **Método experimental 4:** inclui apenas híbridos F_1 .

Com relação à amostragem, GRIFFING (1956) ressalta a necessidade de se fazer distinção entre duas classes de modelos:

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

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

GRIFFING (1956) considera ainda a existência de modelos mistos em relação aos efeitos de genótipos e blocos. O modelo misto A supõe que os efeitos de cultivares são aleatórios e os de blocos são fixos. O modelo misto B supõe que os efeitos de cultivares são fixos e os de blocos são aleatórios.

O modelo proposto por GRIFFING (1956) foi desenvolvido para ser empregado em cruzamentos dialélicos envolvendo linhagens homozigotas. Segundo VENCOVSKY & BARRIGA (1992), esta metodologia tem sido aplicada principalmente a plantas alógamas, embora MELO (1987) cite exemplos de sua aplicação em espécies olerícolas autógamas.

Através de modelos genético-estatísticos que empreguem cruzamentos dialélicos é possível estimar a magnitude relativa dos componentes da variância genética inerente às características de interesse para o melhoramento, em termos de capacidade combinatória (MELO, 1987).

SPRAGUE & TATUM (1942) definiram o termo capacidade geral de combinação (CGC) como a performance média de uma determinada linhagem, medida através das combinações híbridas, em que a mesma é usada como parental; e capacidade específica de combinação (CEC) como os desvios para melhor ou pior, de uma determinada combinação híbrida, tomando por base a média da CGC das linhagens parentais envolvidas. Os autores afirmam também que a CGC está associada a genes de efeitos principalmente aditivos, além de parte dos efeitos dominantes e epistáticos (aditivo x aditivo). Ao passo que CEC depende basicamente de genes com efeitos dominantes, epistáticos e vários tipos de interações.

VENCOVSKY (1970) comenta que altos valores estimados de CGC, positivos ou negativos, mostram que o parental em questão é muito superior ou inferior aos demais parentais do dialelo, com relação à performance média do cruzamento. Como a CGC indica efeitos predominantemente aditivos dos genes, parentais com altas CGC

são os mais indicados para constituírem as novas populações, favorecendo a seleção de novas linhagens homozigotas em espécies autógamas. Este conceito pode ser estendido às espécies alógamas que não apresentem depressão por endogamia, como é relatado no gênero *Cucurbita* (BUSHNELL, 1922; HABER, 1928; SCOTT, 1934).

VENCOVSKY & BARRIGA (1992) enfatizam ainda que o conhecimento da existência de dominância gênica (CEC) é importante justamente porque, na seleção recorrente ou na que visa à obtenção de linhagens puras, ela representa um fator negativo, por outro lado, a dominância é um dos alicerces do vigor híbrido.

2.3. Heterose

2.3.1. Considerações gerais

MELO (1987) cita que o termo heterose foi originalmente proposto por G.H. Shull, na primeira década deste século, para descrever o vigor do híbrido manifestado em gerações heterozigotas, derivadas do cruzamento entre indivíduos genotipicamente diferentes. BREWBAKER (1969) sintetiza definindo heterose como a expressão genética dos efeitos benéficos da hibridação.

JINKS (1955) relatou duas hipóteses para explicar o fenômeno da heterose sob o ponto de vista genético: a primeira hipótese estava baseada na acumulação no híbrido, de genes com efeitos dominantes favoráveis de ambos os parentais; a segunda hipótese era de que a heterozigosidade por si só seria a responsável pela

heterose. O autor comentou ainda que se a primeira hipótese estivesse correta, grandes ganhos seriam obtidos através da acumulação máxima de genes dominantes favoráveis na condição homozigota, por outro lado, se a segunda hipótese fosse verdadeira, grandes ganhos só poderiam ser obtidos através da máxima heterozigozidade. De acordo com JENSEN (1988), baseado em vários resultados de experimentos, não é possível fazer-se uma clara distinção entre estas duas hipóteses. SPRAGUE (1967), baseado em estudos conduzidos em milho, afirma que os efeitos gênicos aditivo e dominante podem proporcionar um modelo satisfatório para explicar o fenômeno da heterose.

Do ponto de vista prático, o efeito principal esperado da heterose é o aumento substancial da produtividade, entretanto, conforme sugere ALLARD (1971), um grande número de outros caracteres agronômicos economicamente importantes são também melhorados através de heterose.

A heterose é mensurada pela diferença entre os valores médios da geração F_1 e dos progenitores P_1 e P_2 , podendo ser o resultado expresso em porcentagem, considerando-se o valor médio dos progenitores igual a 100. Entretanto, para fins práticos ou comerciais, PATTERNIANI (1974) sugere que a heterose também seja medida em relação ao progenitor superior (heterobeltiose) ou de maior importância econômica (heterose padrão). Esta conceituação vêm sendo aplicada em trabalhos envolvendo espécies olerícolas (MIRANDA, 1978, 1987; MELO, 1987; PAIVA, 1992; CUI et al., 1992; KASRAWI, 1994).

2.3.2. Componentes de heterose em hortaliças

Hayes e Jones¹, citados por PEARSON (1983) foram os primeiros a relatar heterose em hortaliças, mais precisamente em pepino no ano de 1916. Híbridos F₁ de berinjela já eram usados comercialmente no Japão antes de 1925 (KAKIZAKI, 1930).

De acordo com PEARSON (1983), a estimativa dos componentes de produção em hortaliças é altamente subjetiva, e exemplifica dizendo que em repolho as cabeças são colhidas no ponto comercial para fins culinários, ao contrário racham e continuam a ganhar peso; pimentões geralmente são colhidos no estágio verde-maduro, se forem deixados na planta até atingirem a cor vermelha inibirão a frutificação posterior, pepinos para indústria são colhidos bastante jovens, logo o valor monetário do produto é inversamente proporcional ao seu peso; em abobrinha os frutos são considerados não comerciais se passarem do ponto de colheita (3 a 5 dias após o florescimento). Estes exemplos reforçam a idéia de que em hortaliças a heterose deve ser medida em termos de produtividade comercial, considerando as peculiaridades de cada produto.

Outros fatores de igual importância na análise dos componentes heteróticos em hortaliças são os aspectos de qualidade do produto, entendidos aqui como: aparência externa e interna, dimensões, coloração, textura, sabor e uniformidade.

¹HAYES, H. K. & JONES, D.F. First generation crosses in cucumber. *Conn. Agric. Exp. Stn Rep.*, 319- 322, 1916.

2.3.3. Componentes de heterose em abobrinha

2.3.3.1. Florescimento

As cultivares de *C. pepo* são monóicas, o sexo das flores são diferentes em cada axila foliar e a expressão do sexo segue um gradiente de feminilização, dividido em 3 fases: flores masculinas nas axilas foliares basais; transição (flores masculinas e femininas); e flores femininas nas axilas foliares posteriores (NITSCH et al., 1952). SHIFRISS (1985) ressalta que a expressão do sexo varia quantitativamente para cada cultivar, em função do período de tempo gasto nas duas primeiras fases.

Do ponto de vista de produtividade, as características de florescimento e seus fatores determinantes são bastante importantes, posto que o produto olerícola comercial origina-se a partir da flor feminina.

Efeitos ambientais como dias longos, altas temperaturas, alta intensidade luminosa e baixo nível de nitrogênio no solo são condições que favorecem a produção de flores masculinas, enquanto que condições opostas a estas favorecem a produção de flores femininas (SHIFRISS, 1985; NESMITH et al., 1994).

Em relação a efeitos genéticos, SHIFRISS (1985) postula a existência de 2 grupos de genes controlando o gradiente de monoecismo. Os genes do primeiro grupo determinariam o sexo das flores, diferenciadas sequencialmente durante o desenvolvimento da planta, enquanto que os genes do segundo grupo determinariam a taxa de reversão de um sexo para outro.

SIROHI et al. (1986) trabalhando com análise dialélica em 45 híbridos F_1 de *C. moschata*, detectaram maiores efeitos de dominância do que efeitos aditivos para os parâmetros: número de dias para abertura da primeira flor feminina e número de dias para abertura da primeira flor masculina.

KWACK & FUJIEDA (1985), a partir de cruzamento interespecífico entre PM143 (linhagem avançada de *C. pepo* x *C. moschata*) e cv Kuri (*C. maxima*), determinaram que a alta incidência de flores femininas parece ser dominante sobre a baixa incidência.

2.3.3.2. Frutificação

Sendo o fruto imaturo de abobrinha o produto de valor olerícola, a heterose comercial é representada principalmente pelo aumento do número de frutos por planta e pela precocidade. Heterose em abobrinha foi primeiramente registrada por CURTIS (1940).

CURTIS (1941), trabalhando com populações parentais e gerações F_1 e F_2 em *C. pepo*, relatou valores de heterose em colheita precoce, de 114% sobre a média parental (Hmp), e 87% sobre o parental superior (Hps). Na geração F_2 obteve valores de 87% e 64% respectivamente. Em relação a colheita total, o autor obteve na geração F_1 valores de Hmp = 16% e Hps = 0; e na geração F_2 valores de Hmp = 10% e Hps = -7%. Apesar dos poucos dados disponíveis, CURTIS (1941) sugere efeitos de

sobredominância para o caráter precocidade. SIROHI et al. (1986) também obtiveram dados que sugerem efeito de sobredominância para precocidade de florescimento em *C. moschata*.

Outro trabalho demonstrando a heterose do híbrido F_1 em *C. pepo* foi relatado por ELMSTROM (1978). Trabalhando com abobrinhas de coloração amarela mostrou que 9 híbridos comerciais F_1 foram, em média, 46% mais produtivos do que as 3 variedades padrões, em colheita precoce, e 19% em colheita total. No grupo de abobrinhas de coloração verde, 12 híbridos comerciais F_1 foram, em média, 20% mais produtivos do que as 2 variedades padrões em colheita precoce, e 24% em colheita total. Comparando-se o melhor híbrido F_1 com a melhor variedade padrão, a vantagem do grupo amarelo foi de 52% em colheita precoce e 22% em colheita total; no grupo verde a vantagem foi de 61% e 41% respectivamente.

Estes resultados parecem justificar a adoção, por parte do produtor, de cultivares híbridas F_1 em abobrinha, em países desenvolvidos e naqueles em acelerado processo de desenvolvimento.

Segundo TULLIO Jr.², a comercialização de sementes híbridas de abobrinha no Brasil, representou cerca de 16% em volume e 31% em valor monetário do total de sementes de abobrinha comercializadas, em 1994.

²TULLIO, Jr. A.A. (Agroflora S/A, Reflorestamento e Agropecuária, Bragança Paulista, SP) Comunicação pessoal, 1994.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Obtenção das linhagens

O material parental deste trabalho foi constituído por sete linhagens oriundas do programa de melhoramento da Agroflore S/A Reflorestamento e Agropecuária, cuja genealogia encontra-se na Figura 1. Estas linhagens originaram-se a partir da autofecundação do híbrido F_1 comercial Clarita (Petoseed), utilizando-se o método genealógico. A geração F_2 deste material foi submetida a sucessivas autofecundações até a 5ª geração, quando as diferentes linhagens selecionadas foram mantidas por intercruzamento entre plantas irmãs.

Os critérios para seleção das linhagens basearam-se em características relacionadas a atributos estéticos de fruto, visando atender às exigências de mercado, não se levando em consideração a produtividade das linhagens “per se”.

As linhagens selecionadas apresentam como características comuns: frutos imaturos de coloração verde-claro e hábito de crescimento braquítico. As principais características contrastantes para cada linhagem estão descritas na Tabela 2.

Figura 1 - Origem das linhagens de abobrinha utilizadas como parentais no cruzamento dialélico

Tabela 2 - Principais características contrastantes das sete linhagens selecionadas de abobrinha, utilizadas como parentais do cruzamento dialélico completo sem recíprocos.

Linhagem	Formato de fruto	Nº de flores	Produtividade
		femininas até o 31º nó	frutos/planta
AF1411(P ₁)	cilíndrico	17	15
AF1416(P ₂)	cilíndrico	16	16
AF1423(P ₃)	cilíndrico	14	12
AF1425(P ₄)	cilíndrico	10	11
AF1427(P ₅)	bojudo	13	14
AF1429(P ₆)	bojudo	12	10
AF1430(P ₇)	bojudo	08	08

3.2. Obtenção dos híbridos F₁

O processo de obtenção dos híbridos F₁ foi desenvolvido durante o 1º semestre/93, seguindo a técnica de cruzamentos controlados descrita por WHITAKER & ROBINSON (1986). Os cruzamentos foram realizados em campo aberto na Estação Experimental de Bragança Paulista, Agroflora S/A em Bragança Paulista, SP. Obtiveram-se todos os 21 híbridos F₁ possíveis entre as sete linhagens selecionadas.

Não se fez distinção entre híbridos recíprocos, posto que todas as linhagens utilizadas apresentam o mesmo citoplasma, o que possibilita eliminar qualquer efeito citoplasmático nos resultados obtidos.

Na Tabela 3 encontram-se os 21 híbridos de primeira geração, resultantes do cruzamento dialélico completo sem recíprocos efetuado entre as sete linhagens parentais.

Tabela 3 - Híbridos F₁ de abobrinha obtidos através de cruzamento dialélico completo sem recíprocos (7 x 7). E.E. de Bragança Paulista, Agroflora S/A, Bragança Paulista (SP), 1993.

	1411(P ₁)	1416(P ₂)	1423(P ₃)	1425(P ₄)	1427(P ₅)	1429(P ₆)	1430(P ₇)
1411(P ₁)	- 0 -	1 x 2	1 x 3	1 x 4	1 x 5	1 x 6	1 x 7
1416(P ₂)		- 0 -	2 x 3	2 x 4	2 x 5	2 x 6	2 x 7
1423(P ₃)			- 0 -	3 x 4	3 x 5	3 x 6	3 x 7
1425(P ₄)				- 0 -	4 x 5	4 x 6	4 X 7
1427(P ₅)					- 0 -	5 x 6	5 x 6
1429(P ₆)						- 0 -	6 x 7
1430(P ₇)							- 0 -

Além das 7 linhagens parentais e seus respectivos híbridos, foi incluído no trabalho o híbrido F₁ Clarita, do qual originaram-se as sete linhagens em estudo. Esta cultivar foi utilizada como parâmetro na avaliação do potencial dos novos híbridos experimentais, do ponto de vista comercial.

3.3. Delineamento experimental e manejos culturais

A avaliação dos híbridos F₁ experimentais, seus respectivos progenitores e o híbrido comercial realizou-se na Estação Experimental de Bragança Paulista da Agroflora S/A Reflorestamento e Agropecuária, localizada no município de Bragança Paulista (SP), cujas coordenadas cartográficas são: latitude 23°S; longitude, 47°W e altitude 850 m. Adotou-se o delineamento de blocos completos ao acaso, com 29 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela experimental foi constituída por sete plantas, dispostas em fileira simples. A área experimental foi sistematizada em 12 canteiros com 0,20 m de altura, 1,00 m de largura, 50,00 m de comprimento e 1,30 m entre centro de canteiros. O espaçamento entre plantas no canteiro foi de 0,55 m. As bordaduras laterais foram constituídas pelos canteiros da margem esquerda e direita, as bordaduras frontais foram constituídas por 3 plantas no início e final de cada fileira, não houve bordadura entre parcelas.

A semeadura foi realizada em bandejas de isopor, em 08-10-93 e as mudas foram transplantadas para o local definitivo em 22-10-93, ocasião em que as plântulas

iniciaram a emissão da primeira folha verdadeira. Os dados meteorológicos referentes aos meses de condução do experimento no campo encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Temperatura mínima, média, máxima, umidade relativa e precipitação, para os meses de Outubro a Dezembro de 1993. Posto Meteorológico da EEBP, Agroflora S/A, Bragança Paulista, SP. 1993.

Mês	Decêndio	T. Mínima (°C)	T. Média (°C)	T. máxima (°C)	UR (%)	Precipitação ^{1/} (mm)
Outubro	1-10	13,6	20,0	26,4	66,1	44,0
	11-20	15,1	21,9	28,7	64,0	42,8
	21-30	15,2	21,0	26,8	83,6	63,2
	Média	14,6	21,0	27,3	71,2	150,0
Novembro	1-10	16,5	22,3	28,1	76,4	11,0
	11-20	18,2	24,8	31,3	67,7	25,0
	21-30	16,7	23,6	30,4	74,5	48,0
	Média	17,1	23,6	29,9	72,9	84,0
Dezembro	1-10	18,8	25,5	32,1	77,1	114,6
	11-20	18,4	24,6	30,8	73,6	68,0
	21-30	14,9	19,1	23,3	69,9	77,4
	Média	17,4	23,1	28,7	73,5	260,0

^{1/}Os dados de precipitação foram totalizados para cada mês.

O experimento teve manejo semelhante ao de uma cultura comercial, com adubação de plantio baseada em análise química do solo. Foram efetuadas 4 adubações em cobertura com 20 g do adubo formulado (12-6-12) por planta em cada aplicação. Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento e os canteiros foram cobertos com “mulch” plástico preto, visando redução de ataque de afídeos, vetores de viroses (LAMONT et al., 1990). Realizaram-se pulverizações semanais preventivas de defensivos para controle de pulgões e oídio.

3.4. Parâmetros avaliados

- a) **número de frutos por planta em colheita total (NFT):** as colheitas dos frutos foram realizadas diariamente, iniciando-se aos 41 dias após a semeadura. Coletaram-se os frutos no ponto comercial para o mercado de São Paulo (200 a 250 g/fruto). Os frutos foram contados a nível de parcela com 7 plantas em cada colheita. Foram efetuadas 22 colheitas em um período de 26 dias.

- b) **Número de frutos por planta em colheita precoce (NFP):** assumiu-se como colheita precoce a primeira metade do número total de colheitas. Os frutos conforme descrito anteriormente foram coletados e contados a nível de parcela de 7 plantas em cada colheita e totalizados até a 11ª colheita.

c) **Número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF):** em abobrinha, flores masculinas ou femininas são produzidas em todas as axilas das folhas (internó). Contou-se o número de flores femininas até o 31º nó em três plantas de cada parcela. Para efeito de análise estatística as médias obtidas ($\bar{x}$) foram transformadas em raiz quadrada de $\bar{x}$.

3.5. Análises estatístico-genéticas

3.5.1. Análise de variância

A partir dos dados médios de parcelas para cada tratamento (genótipo), efetuou-se a análise de variância (ANAVA) para os três caracteres avaliados (NFT; NFP e NFF), segundo o esquema apresentado na Tabela 5 e considerando o seguinte modelo estatístico:

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

onde: $i, j = 1, 2 \dots n$ ($n = 7$), sendo parentais para $i = j$ e híbridos para $i \neq j$;

$k = 1, 2 \dots b$ ($b = 4$) (blocos);

Y_{ijk} = observação do i x j -ésimo genótipo no k -ésimo bloco;

u = média geral da população

T_{ij} = efeito fixo do i x j -ésimo genótipo (tratamento);

B_k = efeito aleatório do k -ésimo bloco;

e_{ijk} = erro aleatório, normal e independentemente distribuído

Tabela 5 - Esquema da ANAVA em blocos casualizados completos, apresentando as esperanças dos quadrados médios para cada um dos caracteres avaliados.

Fontes de variação	G.L	QM	F	E(QM)
Blocos	b-1	Mb	-	-
Tratamentos	t-1	Mt	Mt/Me	$\sigma^2_e + b\phi^2 t$
Parentais (P)	n-1	Mp	Mp/Me	
Híbridos(H)	$[n(n-1)/2]-1$	Mh	Mh/Me	
PvsH	1	Mph	Mph/Me	
Tvs(P+H)	1	Mtph	Mtph/Me	
Erro	(b-1) (t-1)	Me		σ^2_e

onde: t = 29 tratamentos (genótipos);

b = 4 repetições (blocos);

σ^2_e = componente de variância de observação, que depende do erro experimental

$\phi^2 t = \sum_{ij} (T_{ij} - \bar{T})^2 / (t - 1)$ = medida de variação genética dos tratamentos (efeito fixo).

Obtendo-se um valor de F significativo para tratamento (genótipo), para cada caráter, procedeu-se à comparação dos contrastes entre médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Procedeu-se também à comparação do contraste das médias de cada genótipo, para cada caráter avaliado, com a da testemunha, cultivar Clarita (híbrido original), utilizando-se o teste bilateral de Dunnet ao nível de 5% de probabilidade.

3.5.2. Análise dialélica de GRIFFING

As análises de capacidade combinatória foram efetuadas de acordo com o método 2, modelo misto B de GRIFFING (1956), onde são inclusas as cultivares parentais e o conjunto de $n(n-1)/2$ híbridos F_1 . Este modelo supõe que as cultivares são de efeito fixo e os blocos são de efeitos aleatórios, implicando que todas as inferências e conclusões possíveis devam ser limitadas ao material genético empregado no presente estudo.

Os objetivos da análise baseada no modelo misto B são a comparação das capacidades de combinação dos parentais, quando os mesmos são utilizados como testadores, e a identificação das combinações de mais alta produção (MELO, 1987).

Com os “n” (= 7) parentais utilizados, obtiveram-se “ $n(n-1)/2$ ” (= 21) híbridos F_1 e “t”(= 28) tratamentos em cada um dos “b”(= 4) blocos considerados no experimento.

O modelo estatístico considerado para a análise da capacidade de combinação, procedida com base na média das repetições, é o seguinte:

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

com as pressuposições seguintes sobre os elementos da capacidade de combinação:

$$\sum_i \hat{g}_i = 0 \text{ e } \sum_j \hat{s}_{ij} + \hat{s}_{ji} = 0 \text{ (para cada } i \text{)}.$$

onde:

Y_{ij} = valor fenotípico observado do caráter em estudo para o tratamento (genótipo de ordem i, j ;

u = média geral da população;

g_i = efeito da CGC do i -ésimo pai;

g_j = efeito da CGC do j -ésimo pai;

s_{ij} = efeito da CEC do cruzamento entre os parentais de ordem “ i ” e “ j ”, sendo $s_{ij} = s_{ji}$;

e_{ijk} = efeito residual da observação de ordem ijk .

O esquema da ANAVA, para CGC e CEC, com as respectivas esperanças dos quadrados médios para as suposições do método 2, modelo misto B de GRIFFING (1956), encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Esquema da ANAVA para CGC e CEC e esperanças dos quadrados médios, baseados no método 2, modelo misto B de GRIFFING (1956).

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	E(QM)
CGC	n-1	Sg	Mg	Mg/M'e	$\sigma^2 + (n+2) \left(\frac{1}{n-1}\right) \sum g_i^2$
CEC	n(n-1)/2	Ss	Ms	Ms/M'e	$\sigma^2 + \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i \leq j} \sum s_{ij}^2$
Erro	m	Se	M'e	-	σ^2

Onde:

$$Sg = \frac{1}{n+2} \left[\sum_i (Y_{i.} + Y_{.i})^2 - \frac{4}{n} Y^2_{..} \right];$$

$$Ss = \sum_{i \leq j} \sum Y_{ij}^2 - \frac{1}{n+2} \sum_i (Y_{i.} + Y_{.i})^2 + \frac{2}{(n+1)(n+2)} Y^2_{..};$$

$$Y_{i.} = \sum_j Y_{ij} = Y_{i1} + Y_{i2} + \dots + Y_{i7};$$

$Y_{ij} = Y_{ji}$, pois não há efeito de recíprocos

$$Y_{..} = \sum_{i \leq j} \sum Y_{ij} = Y_{11} + Y_{12} + \dots + Y_{22} + Y_{23} + \dots + Y_{77};$$

m = graus de liberdade do erro no esquema geral da ANAVA em blocos ao acaso (Tabela 5).

$M'e = Me/b$, onde Me corresponde ao quadrado médio do erro, na ANAVA em blocos ao acaso (Tabela 5) e b é igual ao número de repetições.

Para avaliar a existência de diferenças significativas entre os efeitos da CGC e CEC, empregaram-se respectivamente os quocientes F :

$F | (n-1), m | = Mg/M'e$ para CGC

$F | n(n-1)/2, m | = Ms/M'e$ para CEC

As estimativas para os efeitos da CGC e da CEC, para cada caráter estudado, foram obtidos do seguinte modo:

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

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

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

As variâncias dos efeitos e das diferenças entre os efeitos foram estimados do seguinte modo:

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

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

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

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

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

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

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

A relação entre CGC e CEC foi avaliada pela fórmula (BAKER, 1978):

$$\frac{2Vg_i}{2Vg_i + Vs_{ij}}$$

onde:

$$Vg_i = \sum g_i^2 / 6$$

$$Vs_{ij} = \sum s_{ij}^2 / 21$$

3.5.3. Heterose

Para cada caráter avaliado foi calculada a heterose em relação à média dos parentais (Hmp; mp=100), a heterose em relação ao pai superior, denominada heterobeltiose (Hps; ps = 100), e a heterose padrão (Hcp; cp = 100) calculada em relação a cultivar híbrida F₁ original, cv. Clarita. Os valores heteróticos expressos em % foram obtidos através da aplicação das seguintes fórmulas-padrão:

$$Hmp = \frac{F_1}{(P_1 + P_2) / 2} \times 100;$$

mp = média parental

$$Hps = \frac{F_1}{P_s} \times 100;$$

ps = parental superior

$$Hcp = \frac{F_1}{c_p} \times 100;$$

cp = cultivar padrão

3.5.4. Correlação de PEARSON

Foram calculadas as estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica de PEARSON (r), baseados em médias de repetições, entre os caracteres combinados dois a dois, segundo a fórmula:

$$r_{(x,y)} = \frac{\text{Cov}_{(x,y)}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

onde:

$r_{(x,y)}$ = correlação entre os caracteres X e Y;

$\text{Cov}_{(x,y)}$ = covariância entre os caracteres X e Y;

σ_x e σ_y = desvio padrão dos caracteres X e Y respectivamente.

A significância dos coeficientes de correlação fenotípica foi verificada pelo teste “t” com $n-2$ graus de liberdade, ao nível de 1% de probabilidade (SNEDECOR & WILLIAM, 1980).

Calculou-se também o coeficiente de determinação (r^2), elevando-se ao quadrado os valores dos coeficientes de correlação encontrados, de acordo com STELL & TORRIE (1960).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar a apresentação e a discussão dos resultados, as linhagens parentais foram numeradas conforme segue:

$$P_1 = \text{AF1411}$$

$$P_2 = \text{AF1416}$$

$$P_3 = \text{AF1423}$$

$$P_4 = \text{AF1425}$$

$$P_5 = \text{AF1427}$$

$$P_6 = \text{AF1429}$$

$$P_7 = \text{AF1430}$$

4.1. Análise de variância

Os valores e respectivas significâncias dos quadrados médios e os coeficientes de variação da análise de variância, considerando médias de parcela dos caracteres avaliados, são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e coeficientes de variação em porcentagem (C.V.) da análise da variância, com base na média por parcela, para os caracteres: número de frutos por planta em colheita total (NFT); número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF), em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha. Bragança Paulista, SP, 1994.

Quadrados Médios				
Fontes de variação	GL	NFT	NFP	NFF ^{1/}
Blocos	3	3,8618	0,8796	0,2632**
Tratamentos	28	18,8046**	9,1252**	0,3674**
Parentais	6	31,7218**	18,4698**	0,8269**
Híbridos	20	13,8667**	6,6546**	0,2584**
PvsH	1	51,3946**	9,3533**	0,0141
T ^{2/} vs(P+H)	1	7,4705	2,2402	0,0143
Erro	84	1,7206	0,5858	0,0410
Média		13,57	6,56	3,58(12,82) ^{3/}
CV%		9,67	11,67	5,66

^{1/} médias transformadas para $\sqrt{x}$

^{2/} T = testemunha (híbrido original)

^{3/} = valor original

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

Os quadrados médios para tratamentos (genótipos) e os seus desdobramentos (parentais, híbridos e PvsH) foram significativos a $\alpha < 0,01$, pelo teste F, para os três caracteres avaliados, com exceção do desdobramento PvsH para o caráter NFF. Estes resultados evidenciam a existência de variabilidade genética nas cultivares utilizadas como parentais. A existência de variação é de fundamental importância para se determinar as estimativas do controle genético dos caracteres avaliados. A significância de PvsH indica a presença de heterose nas combinações híbridas.

Os coeficientes de variação foram relativamente baixos (9,67%; 11,67% e 5,66% para NFT; NFP e NFF respectivamente), levando-se em consideração tratar-se de um experimento conduzido a nível de campo. Esta baixa variação deve ser computada ao rigoroso controle ambiental do experimento, através do uso de irrigação por gotejamento, mulch plástico, pulverizações preventivas com defensivos a intervalos semanais e colheitas diárias.

4.2. Heterose

4.2.1. Heterose para produção total de frutos por planta

Na tabela 8 são apresentados os valores médios obtidos pelas 7 linhagens parentais, seus 21 híbridos F_1 e o híbrido Clarita, para o caráter produção total de frutos por planta (NFT).

Tabela 8 - Média de produção total em número de frutos por planta (NFT) e valores de heterose (Hmp, Hps e Hcp) em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha. Bragança Paulista, SP, 1994.

Genótipos	NFT					
	Médias (frutos/planta)	Tukey ^{1/} 5%	Dunnett ^{2/} 5%	Heterose relativa		
				Hmp	Hps	Hcp
1	15,24	abcd	**	-	-	124,6
2	15,97	abc	**	-	-	130,7
3	12,29	defgh	NS	-	-	100,5
4	11,20	fghi	NS	-	-	91,6
5	14,06	bcdefg	NS	-	-	115,0
6	10,09	hi	NS	-	-	82,5
7	8,25	i	**	-	-	67,5
1 x 2	18,11	a	**	116,1	113,4	148,1
1 x 3	15,43	abcd	**	112,1	101,3	126,2
1 x 4	13,86	bcdefg	NS	104,9	90,9	113,4
1 x 5	13,75	bcdefg	NS	93,8	90,2	112,5
1 x 6	15,22	abcd	**	120,2	99,9	124,5
1 x 7	14,73	abcdef	NS	125,4	93,7	120,5
2 x 3	16,25	ab	**	115,0	101,8	132,9
2 x 4	16,71	ab	**	123,0	104,7	136,7
2 x 5	15,54	abcd	**	103,5	97,3	127,1
2 x 6	13,82	bcdefg	NS	106,1	86,5	113,1
2 x 7	13,54	bcdefgh	NS	111,8	84,8	110,7
3 x 4	14,46	bcdefg	NS	124,4	118,8	119,4
3 x 5	14,94	abcde	NS	113,4	106,2	122,2
3 x 6	13,45	bcdefgh	NS	120,3	109,5	110,1
3 x 7	12,64	cdefgh	NS	123,1	102,9	103,4
4 x 5	13,25	bcdefgh	NS	104,9	94,2	108,4
4 x 6	12,65	cdefgh	NS	118,9	113,0	103,5
4 x 7	10,92	ghi	NS	112,3	97,5	89,3
5 x 6	12,45	cdefgh	NS	103,1	88,5	101,8
5 x 7	11,38	efghi	NS	102,0	80,9	93,1
6 x 7	11,02	ghi	NS	120,2	109,3	90,2
CTA ^{3/}	12,22	-	test.	-	-	-

^{1/} Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si (Tukey 5%).

^{2/} ** - Tratamentos diferem da testemunha; NS - tratamentos não diferem da testemunha (Dunnett 5%)

^{3/} - Híbrido original clarita

O número médio de frutos por planta variou de 8,25 a 18,11, com média geral de 13,57 frutos/planta, produção 11,0% maior que a cultivar padrão (CP), híbrido original Clarita (12,22 frutos/planta).

Dentre as linhagens utilizadas como parentais, destacaram-se P_1 e P_2 , com produtividade significativamente superior à cultivar padrão (CP) (24,6% e 30,7% respectivamente). A linhagem parental P_7 mostrou-se significativamente inferior à CP (-32,5%). As demais linhagens parentais não mostraram diferença significativa em relação à CP.

Em geral, os híbridos foram superiores à CP, com um incremento de NFT variando de 1,8% ($P_5 \times P_6$) a 48,1% ($P_1 \times P_2$). Apenas 3 dos 21 híbridos avaliados apresentaram valores menores que a CP ($P_4 \times P_7$; $P_5 \times P_7$ e $P_6 \times P_7$), porém com valores não significativos. Obtiveram-se 6 híbridos mais produtivos ($\alpha < 0,05$) que a CP ($P_1 \times P_2$; $P_1 \times P_3$; $P_1 \times P_6$; $P_2 \times P_3$; $P_2 \times P_4$ e $P_2 \times P_5$), com valor médio de 16,21 frutos/planta (32,7%).

No tocante à heterose em relação à média parental (Hmp), verifica-se que os valores variaram de -6,2% ($P_1 \times P_5$) a 25,4 ($P_1 \times P_7$). Destacaram-se os híbridos com Hmp superior a 20%: $P_1 \times P_7$ (25,4%); $P_3 \times P_4$ (24,4%); $P_3 \times P_7$ (23,1%); $P_2 \times P_4$ (23,0%); $P_3 \times P_6$ (20,3%); $P_1 \times P_6$ (20,2%) e $P_6 \times P_7$ (20,2%). Apenas o híbrido $P_1 \times P_5$ apresentou Hmp negativa (-6,2%).

Em termos de heterobeltiose (heterose em relação ao parental superior - Hps), os valores variaram de -19,1% ($P_5 \times P_7$) a 18,8% ($P_3 \times P_4$). Destacaram-se os híbridos com Hps superior a 10%: $P_3 \times P_4$ (18,8%); $P_1 \times P_2$ (13,4%) e $P_4 \times P_6$ (13,0%).

Do ponto de vista prático a heterobeltiose é uma medida de maior interesse quando tenciona-se explorar comercialmente o vigor do híbrido.

A ocorrência de valores significativos de heterose para produção total de frutos em abobrinha, no presente estudo, está de acordo com os resultados encontrados por CURTIS (1939, 1941), HUTCHINS & CROSTON (1941), ELMSTRON (1978), SHIFRISS (1987), CARDOSO (1993), KASRAWI (1994).

Deve-se salientar aqui, que o número de frutos por planta foi escolhido como unidade de produção ao invés de peso de frutos por planta. O motivo desta escolha prende-se ao fato de que o fruto de abobrinha é colhido no estágio imaturo, quando atinge as dimensões padronizadas pelo mercado consumidor, sendo seu peso unitário consequência direta desta padronização.

4.2.2. Heterose para produção precoce de frutos por planta

Na Tabela 9 são apresentados os valores médios obtidos pelas 7 linhagens parentais, seus 21 híbridos F_1 e o híbrido Clarita, para o caráter produção precoce de frutos por planta (NFP).

Os rendimentos médios para NFP variaram de 3,00 frutos/planta a 9,25 frutos/planta, com média geral de 6,56 frutos/planta, produção 12,7% maior que a cultivar padrão (CP) (5,82 frutos/planta).

Tabela 9 - Média de produção precoce em número de frutos por planta (NFP) e valores de heterose (Hmp, Hps e Hcp) em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha. Bragança Paulista, SP, 1994.

Genótipos	NFP					
	Médias (frutos/planta)	Tukey ^{1/} 5%	Dunnett ^{2/} 5%	Heterose Relativa		
				Hmp	Hps	Hcp
1	8,55	ab	**	-	-	146,9
2	7,95	abcd	**	-	-	136,6
3	6,68	bcdefghi	NS	-	-	114,8
4	4,54	jkl	NS	-	-	78,0
5	7,65	abcdefg	**	-	-	131,4
6	4,22	kl	NS	-	-	72,5
7	3,00	l	**	-	-	51,5
1 x 2	9,25	a	**	112,1	108,2	158,9
1 x 3	8,39	abc	**	110,2	98,1	144,2
1 x 4	7,86	abcdef	**	120,1	91,9	135,1
1 x 5	7,48	abcdefg	**	92,3	87,5	128,5
1 x 6	7,70	abcdefg	**	120,6	90,1	132,3
1 x 7	7,30	abcdefgh	NS	126,4	85,4	125,4
2 x 3	7,65	abcdefg	**	104,6	96,2	131,4
2 x 4	8,25	abc	**	132,1	103,8	141,8
2 x 5	7,22	abcdefgh	NS	92,6	90,8	124,1
2 x 6	6,36	cdefghij	NS	104,5	80,0	109,3
2 x 7	5,79	fghijk	NS	105,8	72,8	99,5
3 x 4	6,93	bcdefghi	NS	123,5	103,7	119,1
3 x 5	7,91	abcde	**	110,4	103,4	135,9
3 x 6	6,04	defghijk	NS	110,8	90,4	103,8
3 x 7	5,72	ghijk	NS	118,2	85,6	98,3
4 x 5	5,97	defghijk	NS	97,9	78,0	102,6
4 x 6	6,15	defghijk	NS	140,4	135,5	105,7
4 x 7	4,47	jkl	NS	118,6	98,4	76,8
5 x 6	5,25	hijk	NS	88,5	68,6	90,2
5 x 7	5,07	ijkl	NS	95,2	66,3	87,1
6 x 7	5,07	ijkl	NS	140,4	120,1	87,1
CTA ^{3/}	5,82	-	test.	-	-	-

^{1/} Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si (Tukey 5%).

^{2/} ** - Tratamentos diferem da testemunha; NS - tratamentos não diferem da testemunha (Dunnett 5%)

^{3/} - Híbrido original Clarita

Dentre as linhagens utilizadas como parentais destacaram-se P_1 , P_2 e P_5 , com produtividade significativamente superior à CP (46,9%, 36,6% e 31,4% respectivamente). A linhagem parental P_7 mostrou-se significativamente inferior à cultivar padrão (-48,5%). As demais linhagens parentais não mostraram diferença significativa em relação à CP.

Dentre os 21 híbridos, 15 deles foram superiores à CP, com um incremento de produção variando de 3,8% ($P_3 \times P_6$) a 58,9% ($P_1 \times P_2$). Obtiveram-se 8 híbridos mais produtivos ($\alpha < 0,05$) que a CP ($P_1 \times P_2$; $P_1 \times P_3$; $P_1 \times P_4$; $P_1 \times P_5$; $P_1 \times P_6$; $P_2 \times P_3$; $P_2 \times P_4$ e $P_3 \times P_5$), com valor médio de 8,06 frutos/planta (38,5%). Seis híbridos apresentaram valores de produção precoce, estatisticamente não significativo, inferiores à CP.

No tocante à heterose em relação à média parental (Hmp), verifica-se que os valores variaram de -11,5% ($P_5 \times P_6$) a 40,4% ($P_4 \times P_6$ e $P_6 \times P_7$). Destacaram-se os híbridos com Hmp superior a 20%: $P_4 \times P_6$ (40,4%); $P_6 \times P_7$ (40,4%); $P_2 \times P_4$ (32,1%); $P_1 \times P_7$ (26,4%); $P_3 \times P_4$ (23,5%); $P_1 \times P_6$ (20,6%) e $P_1 \times P_4$ (20,1%). Cinco híbridos apresentaram Hmp negativa.

Em termos de heterose em relação ao parental superior (Hps), os valores variaram de -33,7% ($P_5 \times P_7$) a 35,5% ($P_4 \times P_6$). Dois híbridos destacaram-se: $P_4 \times P_6$ (35,5%) e $P_6 \times P_7$ (20,1%).

Valores heteróticos positivos para produção precoce em abobrinha são reportados por CURTIS (1939, 1941), ELMSTRON (1978) e CARDOSO (1993).

Em abobrinha a precocidade de produção é uma característica muito importante, do ponto de vista comercial. Devido à sazonalidade da oferta, cultivares precoces podem antecipar o período de colheita, alcançando um diferencial positivo de preço no mercado. Além disso, doenças viróticas podem encurtar o ciclo produtivo da planta e desta forma, cultivares com produção precoce apresentam-se vantajosos. Tomando-se como exemplo comparativo a cultivar padrão com produção total 12,22 frutos/planta e produção precoce 5,82 frutos/planta, e o híbrido $P_3 \times P_5$ com produção total 14,94 frutos/planta e produção precoce 7,91 frutos/planta, o diferencial de produção entre estes dois materiais é de 2,72 frutos/planta, sendo que 77% desta diferença (2,09 frutos/planta) foi obtida na primeira metade do período total de colheita. Assumindo uma população de 20.000 plantas/ha, teríamos 41.800 frutos a mais na colheita precoce, o que representa uma produção a mais de aproximadamente 500 caixas/ha. Considerando-se o valor de R\$ 15,44/cx (preço médio registrado entre os meses de fevereiro e março/95 no CEAGESP-SP) chegaríamos a uma receita adicional de R\$ 7.720,00/ha, considerando-se apenas a colheita precoce.

As figuras 2 e 3 ilustram graficamente as performances heteróticas em termos de produção, das combinações híbridas $P_1 \times P_2$ e $P_3 \times P_5$, respectivamente.

4.2.3. Heterose para número de flores femininas por planta até o 31º nó

Na tabela 10 são apresentados os valores médios obtidos pelas 7 linhagens parentais, seus 21 híbridos F_1 e o híbrido Clarita, para o caráter número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF).

Figura 2 - Representação gráfica da heterose em relação à média parental (Hmp), ao parental superior (Hps) e à cultivar padrão (Hcp), referente ao híbrido $P_1 \times P_2$ para o caráter número de frutos e por planta.

Figura 3 - Representação gráfica da heterose em relação à média parental (H_{mp}), ao parental superior (H_{ps}) e à cultivar padrão (H_{cp}), referente ao híbrido $P_3 \times P_5$ para o caráter número de frutos por planta.

Tabela 10 - Média do número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF) e valores de heterose (Hmp, Hps e Hcp) em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha. Bragança Paulista, SP, 1994.

Genótipos	NFP					
	Médias (flores/planta)	Tukey ^{1/} 5%	Dunnett ^{2/} 5%	Heterose Relativa		
				Hmp	Hps	Hcp
1	16,65	ab	**	-	-	144,5
2	16,33	abc	**	-	-	141,8
3	14,32	abcde	NS	-	-	124,3
4	10,11	fgh	NS	-	-	87,8
5	13,15	abcdefg	NS	-	-	114,1
6	11,68	defg	NS	-	-	101,4
7	8,07	h	**	-	-	70,1
1 x 2	17,15	a	**	104,0	103,0	148,9
1 x 3	14,98	abcd	**	96,7	90,0	130,0
1 x 4	15,03	abcd	**	112,3	90,3	130,5
1 x 5	12,16	defg	NS	81,6	73,0	105,6
1 x 6	14,66	abcde	**	103,5	88,0	127,3
1 x 7	15,07	abcd	**	121,9	90,5	130,8
2 x 3	14,64	abcde	**	95,5	89,7	127,1
2 x 4	12,90	abcdefg	NS	97,6	79,0	112,0
2 x 5	14,40	abcde	NS	97,7	88,2	125,0
2 x 6	12,31	cdefg	NS	88,0	75,4	106,9
2 x 7	10,78	efgh	NS	88,4	66,0	93,6
3 x 4	12,05	defg	NS	98,6	84,1	104,6
3 x 5	11,49	defgh	NS	83,7	80,2	99,7
3 x 6	13,81	abcdef	NS	106,2	96,4	119,9
3 x 7	12,21	cdefg	NS	109,1	85,3	106,0
4 x 5	12,47	bcdefg	NS	107,2	94,8	108,2
4 x 6	11,32	defgh	NS	103,9	96,9	98,3
4 x 7	9,80	gh	NS	107,8	96,9	85,1
5 x 6	12,90	abcdefg	NS	103,9	98,1	112,0
5 x 7	11,37	defgh	NS	107,2	86,5	98,7
6 x 7	10,89	efgh	NS	110,3	93,2	94,5
CTA ^{3/}	11,52	-	test.	-	-	-

^{1/} Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si (Tukey 5%).

^{2/} ** - Tratamentos diferem da testemunha; NS - tratamentos não diferem da testemunha (Dunnett 5%)

^{3/} - Híbrido original Clarita

Os valores médios para NFF variaram de 8,07 flores femininas/planta a 17,15 flores femininas/planta, com média geral de 12,82 flores femininas/planta, valor 11,28% maior que da cultivar padrão (11,52 flores femininas/planta).

Dentre as linhagens utilizadas como parentais destacaram-se P_1 e P_2 , com valores significativamente superiores ao da CP (44,5% e 41,8% respectivamente). A linhagem parental P_7 mostrou-se significativamente inferior à CP (-29,9%). As demais linhagens parentais não mostraram diferença em relação à CP.

Dentre os 21 híbridos, 15 deles foram superiores à CP, com um incremento do número de flores femininas/planta variando de 4,6% ($P_3 \times P_4$) a 48,9% ($P_1 \times P_2$). Obtiveram-se 6 híbridos superiores ($\alpha < 0,05$) à CP ($P_1 \times P_2$; $P_1 \times P_3$; $P_1 \times P_4$; $P_1 \times P_6$; $P_1 \times P_7$ e $P_2 \times P_3$), com valor médio de 15,26 flores femininas/planta (24,5%). Seis híbridos apresentaram valores inferiores à CP (não significativo).

No tocante à heterose em relação à média parental (Hmp), verifica-se que os valores variaram de -18,4% ($P_1 \times P_5$) a 21,9% ($P_1 \times P_7$). Destacaram-se os híbridos com Hmp superior a 10%: $P_1 \times P_7$ (21,9%); $P_1 \times P_4$ (12,3%) e $P_6 \times P_7$ (10,3%). Nove híbridos apresentaram Hmp negativa.

Em termos de heterose em relação ao parental superior (Hps), apenas o híbrido $P_1 \times P_2$ apresentou pequeno valor de heterose positiva (3,0%), os demais híbridos apresentaram heterose negativa, variando de -34,0% ($P_2 \times P_7$) a -1,9% ($P_5 \times P_6$).

Em geral foram observados valores heteróticos de pequena magnitude para NFF, que pode ser considerado um dos componentes da produção. O valor médio de NFF obtido nas 21 combinações híbridas foi de 12,97 flores femininas/planta, contra

12,90 flores femininas/planta nas linhagens parentais, não havendo portanto diferença significativa entre estes dois grupos como já ficara evidenciado no desdobramento Pvs H da análise de variância (Tabela 7).

KASRAWI (1994) trabalhando com 3 híbridos de abobrinha (*C. pepo*), obtidos a partir da recombinação de 3 linhagens S_5 , obteve para o caráter número de flores femininas por planta, em dois ensaios, o valor médio de $H_{mp} = 1,45\%$. Estes valores estão de acordo com os obtidos no presente trabalho.

4.2.4. Correlação fenotípica entre caracteres avaliados

A tabela 11 mostra a análise de correlação de PEARSON, e os respectivos coeficientes de correlação (r), e coeficientes de determinação (r^2), calculados com base em valores médios de tratamento (genótipos), entre os caracteres: número de frutos por planta em colheita total (NFT); número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF).

O coeficiente de correlação para NFT x NFP foi bastante alto ($r = 0,936$), com significância $\alpha < 0,01$, a figura 4 ilustra graficamente esta correlação. O coeficiente de determinação ($r^2 = 0,876$) indica que a variação do caráter NFP explica 87,6% da variação do caráter NFT. A forte associação entre os caracteres produção precoce e produção total, medidos em número de frutos por planta, é uma informação bastante importante do ponto de vista de melhoramento. Ela sugere que a seleção para NFT possa ser realizada com base na performance produtiva estabelecida na colheita precoce.

Tabela 11 - Análise de correlação de PEARSON, e os respectivos coeficientes de correlação (r), e coeficientes de determinação (r^2), com base na média por tratamento, entre os caracteres: número de frutos por planta em colheita total (NFT); número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF), em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha. Bragança Paulista, SP . (1994).

VARIÁVEIS	VAR(x)	VAR (y)	COV (x,y)	r	r ²
NFT x NFP	4,799	2,346	3,142	0,936**	0,876
NFT x NFF	4,799	4,760	3,775	0,790**	0,624
NFP x NFF	2,346	4,760	2,757	0,825**	0,681

** - altamente significativo ($\alpha < 0,01$)

Tomando-se como exemplo o presente experimento, o ciclo de avaliação poderia ter se encerrado aos 54 dias pós semeadura, por ocasião da 11ª colheita, trazendo como principais vantagens: economia de recursos e mão-de-obra com tratamentos culturais, colheitas e avaliações; liberação da área experimental em menor espaço de tempo; possibilidade de avanço de maior número de gerações/ano em condições de campo aberto, abreviando o tempo necessário para obtenção de linhagens endogâmicas. Em relação às combinações híbridas, a correlação entre NFT e NFP, permite que em ensaios preliminares de competição, onde geralmente são testados um grande número de híbridos, possam selecionar-se aqueles potencialmente produtivos, com base na

Figura 4 - Correlação entre número de frutos por planta em colheita total (NFT) e número de frutos por planta em colheita precoce (NFP).

performance alcançada na colheita precoce, obtendo-se as mesmas vantagens já mencionadas.

Provavelmente estes dados referentes ao potencial produtivo possam ser obtidos com um número ainda menor de colheitas. Para se chegar a este número com segurança, é necessário um estudo mais aprofundado de correlação entre número de colheitas e colheita total, levando-se em consideração a interação genótipo x ambiente (épocas).

A correlação entre número de flores femininas (NFF) e número de frutos também foi altamente significativa ($\alpha < 0,01$), tanto para colheita total (NFT) ($r = 0,790$) como para colheita precoce (NFP) ($r = 0,825$), conforme mostra a Tabela 11. O coeficiente de determinação entre NFT x NFF e NFP x NFF foi de 0,624 e 0,681 respectivamente, indicando que a variação no número de flores femininas explica 62,4% da variação no número de frutos em colheita total e 68,1% da variação no número de frutos em colheita precoce. Esta associação entre número de flores femininas e produtividade, permite que o primeiro caráter também possa ser usado como parâmetro indicador do potencial produtivo de cada linhagem nas seleções iniciais.

Verifica-se que para alguns parentais e híbridos o número médio de flores femininas foi inferior ao número médio de frutos, esta discrepância pode ser explicada pela metodologia utilizada na coleta dos dados. Para o caráter número de flores foi utilizada a média de 3 plantas/parcela, enquanto que para o caráter número de frutos foi utilizada a média de 7 plantas/parcela. As figuras 5 e 6 ilustram graficamente as correlações NFT x NFF e NFP x NFF, respectivamente.

Figura 5 - Correlação entre número de frutos por planta em colheita total (NFT) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF).

Figura 6 - Correlação entre número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF).

4.3. Análise Dialética de GRIFFING

A análise de variância comum, realizada conforme esquema apresentado na Tabela 5, mostrou diferenças significativas, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade, para quadrados médios de tratamentos, para todos os caracteres (Tabela 7). Essa significância indica que há diferenças entre os tratamentos, ou seja, entre os genótipos avaliados. Assim, desdobrou-se a soma de quadrados de tratamentos em soma de quadrados para capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), conforme o esquema apresentado na Tabela 6, 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 estudados, estão sumarizados na Tabela 12.

Os valores dos quadrados médios referentes à CGC e à CEC foram altamente significativos, ($\alpha \leq 0,01$) pelo teste F, para os 3 caracteres. Tal significância reflete a existência de diferenças reais entre os efeitos da CGC e da CEC entre os tratamentos. A significância dos quadrados médios da CGC e da CEC indica também que efeitos gênicos aditivos e não aditivos estão envolvidos no controle de todos os caracteres.

A relação entre CGC e CEC foi avaliada segundo a metodologia descrita por BAKER (1978) para o modelo com efeito de tratamentos fixos. A magnitude relativa dos efeitos da CGC, em comparação com os efeitos da CEC, para os caracteres NFT, NFP e NFF é de 80,04%, 85,04% e 82,75% respectivamente (Tabela 12). Estes

valores mostram nítida predominância dos efeitos gênicos aditivos envolvidos na expressão dos caracteres estudados.

Tabela 12 - Quadrados Médios (QM) da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC) e do erro; e magnitude relativa dos efeitos da CGC, em comparação com os efeitos da CEC, para os caracteres: número de frutos por planta em colheita total (NFT); número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF), em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha. Bragança Paulista, SP, 1994.

Fontes de variação	Quadrados Médios ¹			
	GL	NFT	NFP	NFF
CGC	6	67,5625**	35,3365**	1,3364**
CEC	2	5,4068**	1,9635 **	0,1010**
Erro	81	1,7606	0,6069	0,0410
$\frac{2Vg_i}{2Vg_i + Vs_{ij}} \%$		80,04	85,04	82,75

¹/** significativo a $\alpha \leq 0,01$ pelo teste F.

Conforme lembra MIRANDA (1987), em ensaios realizados em um só local e época, os efeitos da interação genótipo x ambiente são incorporados aos efeitos da capacidade combinatória, o que pode causar alteração na estimativa dos efeitos da CGC e CEC. Por essa razão, as extrapolações baseadas nos resultados desse trabalho devem ser feitas sem omissão dessa ressalva.

4.3.1. Efeitos da capacidade geral de combinação (CGC)

Os efeitos da capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i$), de cada linhagem parental, para os caracteres estudados, encontram-se na Tabela 13.

Baixos valores de $\hat{g}_i$, positivos ou negativos, indicam parentais em combinações que não diferem muito da média de todos os cruzamentos no sistema dialélico. Altos valores estimados de $\hat{g}_i$, positivos ou negativos, indicam parentais muito superiores ou inferiores aos demais parentais incluídos no dialelo com relação ao comportamento médio dos cruzamentos (SPRAGUE & TATUM, 1942). Como a CGC indica a presença de genes de efeito predominantemente aditivos, linhagens parentais que apresentam as maiores CGC, podem ser incluídas em programas de melhoramento genético cujo objetivo seja a seleção de novas linhagens puras em gerações avançadas.

Para o caráter número de frutos total por planta (NFT), as linhagens parentais P_1 , P_2 e P_3 apresentaram valores positivos de $\hat{g}_i$, significando que esses parentais trazem uma contribuição genética positiva para maior produção por planta. A contribuição das linhagens P_1 e P_2 é bem superior à contribuição da linhagem P_3 , pois $\hat{g}_1$

e $\hat{g}_2$ são maiores do que $\hat{g}_3$, cerca de 4 vezes o valor do erro-padrão (Tabela 13), ficando evidente quando constata-se que as linhagens parentais P_1 e/ou P_2 participam na combinação dos 6 híbridos mais produtivos (Tabela 8). O parental P_5 apresentou valor $\hat{g}_i$ praticamente nulo (0,06), evidenciando a sua não contribuição para alterar a média de produção. Os parentais P_4 , P_6 , P_7 apresentaram valores negativos para $\hat{g}_i$, contribuindo no sentido de diminuir a produção por planta nos cruzamentos em que os mesmos foram incluídos. O maior valor negativo de $\hat{g}_i$ foi apresentado pela linhagem parental P_7 , que participou dos 3 híbridos menos produtivos do experimento. A amplitude de variação, medida entre o maior e o menor efeito ($\hat{g}_2 - \hat{g}_7$), foi alta, correspondendo a 12,6 vezes o respectivo erro padrão (Tabela 13), o que evidencia a grande variação verificada nas estimativas de $\hat{g}_i$ para esse caráter.

Tabela 13 - Estimativas dos efeitos da CGC ($\hat{g}_i$) e erro-padrão (EP) dos efeitos de dois parentais diferentes, para os caracteres número de frutos por planta em colheita total (NFT); número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF), em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha. Bragança Paulista, SP, 1994.

Efeitos	Caracteres		
	NFT	NFP	NFF
$\hat{g}_1$	1,40	1,38	0,28
$\hat{g}_2$	1,89	0,86	0,17
$\hat{g}_3$	0,32	0,37	0,07
$\hat{g}_4$	-0,52	-0,44	-0,15
$\hat{g}_5$	0,06	0,17	-0,03
$\hat{g}_6$	-1,12	-0,85	-0,06
$\hat{g}_7$	-2,02	-1,47	-0,28
EP ($\hat{g}_i - \hat{g}_j$)	0,31	0,18	0,05
$\hat{u}$	13,62	6,59	12,95

Para o caráter número de frutos por planta em colheita precoce (NFP), os valores positivos de $\hat{g}_i$ foram manifestados pelas linhagens parentais P_1 , P_2 , P_3 e P_5 ($\hat{g}_1 = 1,38$; $\hat{g}_2 = 0,86$; $\hat{g}_3 = 0,37$ e $\hat{g}_5 = 0,17$), enquanto as demais apresentaram valores de $\hat{g}_i$ negativos (Tabela 13). A linhagem P_7 apresentou o menor valor de $\hat{g}_i$ ($\hat{g}_7 = -1,47$), sendo a diferença em relação ao maior valor positivo, igual a 15,8 vezes o erro padrão. Para este caráter percebe-se que houve uma inversão na ordem de valor em relação as linhagens P_1 e P_2 , quando comparamos com o caráter anterior, significando que a linhagem P_2 é a que mais contribui para aumento da média da produção total, enquanto que a linhagem P_1 é a que mais contribui para aumento da média da produção precoce. Isto explica grande parte da excelente performance do híbrido $P_1 \times P_2$. Para exemplificar a contribuição da CGC neste híbrido, pode-se utilizar o modelo simplificado $Y_{ij} = \hat{u} + \hat{g}_i + \hat{g}_j + \hat{s}_{ij}$, exposto por VENCOVSKY & BARRIGA (1992), onde $\hat{u}$ = estimativa da média; $\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$ = efeito da CGC dos parentais i e j respectivamente; $\hat{s}_{ij}$ = efeito da capacidade específica de combinação presente neste cruzamento. Aplicando o modelo obtém-se que 73,3% do incremento de produção total obtido pelo híbrido $P_1 \times P_2$ em relação à média geral, advém da capacidade geral de combinação de seus genitores e 26,7% advém da capacidade específica de combinação presente no cruzamento. Analogamente obteve-se para o caráter produção precoce 83,9% e 16,1% para contribuição no incremento de produção devido a CGC e CEC respectivamente.

As estimativas $\hat{g}_i$ para o caráter número de flores femininas (NFF) mostraram a mesma tendência apresentada para os caracteres NFT e NFP. A linhagem

P_1 mostrou a maior estimativa para $\hat{g}_i$ (0,28), enquanto que a linhagem P_7 apresentou a menor estimativa ($\hat{g}_7 = -0,28$). A amplitude de variação das estimativas de $\hat{g}_i$ foi de 5,6 vezes os erros padrão (Tabela 13).

As amplitudes de variação obtidas para os caracteres NFT, NFP e NFF (12,6; 15,8 e 5,6 respectivamente) indicam presença de divergência genética entre as linhagens parentais utilizadas, para estes caracteres. Apesar de todas as linhagens serem derivadas de um único cruzamento original, isto pode ser explicado pela ausência de seleção para estes caracteres durante o processo de avanço de gerações das linhagens, que dessa forma conservou parte da variação existente na população segregante F_2 .

Diante dos resultados encontrados destacaram-se as linhagens P_1 e P_2 como os melhores parentais, dentro do critério de produção.

É válido lembrar que as estimativas $\hat{g}_i$ são relativas ao grupo de linhagens estudadas (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). Se incluirmos, por exemplo, a linhagem P_1 em um outro conjunto dialélico, sua CGC poderá ser diferente, ou até mesmo negativa, dependendo da estrutura genética das demais linhagens.

4.3.2. Efeitos da capacidade específica de combinação (CEC)

As estimativas dos efeitos ($\hat{s}_{ij}$) da CEC dos caracteres avaliados e os erros-padrão (EP) dos efeitos de dois híbridos F_1 com e sem parental comuns e entre dois parentais, encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14 - Estimativas dos efeitos da CEC ($\hat{s}_{ij}$) e erros-padrão (EP) dos efeitos de dois F_1 's com e sem parental comum, para os caracteres: número de frutos por planta em colheita total (NFT); número de frutos por planta em colheita precoce (NFP) e número de flores femininas por planta até o 31º nó (NFF), em uma população dialélica resultante do cruzamento entre sete linhagens de abobrinha. Bragança Paulista, SP, 1994.

Efeito $\hat{s}_{ij}$	Caracteres avaliados		
	NFT	NFP	NFF
1 x 1	-1,19	-0,79	-0,07
1 x 2	1,20	0,43	0,10
1 x 3	0,09	0,06	-0,07
1 x 4	-0,64	0,33	0,16
1 x 5	-1,33	-0,65	-0,35
1 x 6	1,32	0,59	0,02
1 x 7	1,73	0,81	0,29
2 x 2	-1,42	-0,35	0,11
2 x 3	0,43	-0,16	0,00
2 x 4	1,73	1,25	-0,01
2 x 5	-0,02	-0,39	0,07
2 x 6	-0,56	-0,23	-0,19
2 x 7	0,05	-0,18	-0,19
3 x 3	-1,96	-0,64	0,05
3 x 4	1,05	0,42	-0,04
3 x 5	0,95	0,79	-0,24
3 x 6	0,65	-0,06	0,12
3 x 7	0,74	0,24	0,12
4 x 4	-1,39	-1,16	-0,10
4 x 5	0,10	-0,34	0,13
4 x 6	0,68	0,86	-0,01
4 x 7	-0,16	-0,20	-0,02
5 x 5	0,34	0,73	0,10
5 x 6	-0,10	-0,65	0,10
5 x 7	-0,27	-0,21	0,10
6 x 6	-1,28	-0,66	-0,05
6 x 7	0,56	0,81	0,06
7 x 7	-1,32	-0,64	-0,18
$EP(\hat{s}_{ii} - \hat{s}_{jj})$	0,41	0,70	0,11
$EP(\hat{s}_{ij} - s_{ik})$	0,52	0,88	0,13
$EP(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{kl})$	0,49	0,83	0,13

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 seria esperado, com base nas CGC destes últimos. Enquanto que altos valores absolutos de $\hat{s}_{ij}$ demonstram que o comportamento de um cruzamento em particular é relativamente melhor ($\hat{s}_{ij}$ positivo) ou pior ($\hat{s}_{ij}$ negativo) do que o esperado com base na CGC dos parentais. A CEC é em grande parte, dependente de genes que mostrem efeitos de dominância e/ou de epistasia.

4.3.2.1. Efeitos $\hat{s}_{ii}$

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 ($\hat{s}_{ii}$) é negligenciado, não sendo interpretado, pois essa estimativa ainda carece de significado mais realístico.

MIRANDA (1987) comenta que valores de $\hat{s}_{ii}$ têm grande significado genético, tanto no seu sinal quanto na sua magnitude relativa. 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. Quando $\hat{s}_{ii}$ for negativo, a heterose (em relação a 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, 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.

Tomando-se como exemplo os efeitos $\hat{s}_{ii}$ de sinais contrários de dois parentais para o caráter NFP: $\hat{s}_{11} = -0,79$ e $\hat{s}_{55} = 0,73$ (Tabela 14), podemos verificar que a Hmp média, nos híbridos em que os parentais P_1 e P_5 participam como um dos genitores é $Hmp_1 = 113,6\%$ e $Hmp_5 = 96,2\%$ (Tabela 9), o que está de acordo com as considerações feitas por MIRANDA (1987).

Com base nestas interpretações pode-se notar que para NFT e NFP, $\hat{s}_{ii}$ são negativos, exceção ao $\hat{s}_{55}$, isso reflete a maior heterose positiva para estes dois caracteres, quando comparadas aos valores heteróticos alcançados pelo caráter NFF (Tabelas 8, 9 e 10).

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

Os resultados dos efeitos de $\hat{s}_{ij}$, com $i \neq j$, ou seja, para as combinações híbridas estão presentes na Tabela 14.

Com relação ao caráter NFT, as combinações híbridas $P_1 \times P_2$, $P_1 \times P_6$, $P_1 \times P_7$, $P_2 \times P_4$ e $P_3 \times P_4$ foram as que apresentaram o maior efeito positivo da CEC (Tabela 14). Mostrando que estes híbridos obtiveram valores de produção total superiores ao que era esperado com base na CGC dos parentais (Tabela 13). Os híbridos $P_1 \times P_7$ e $P_2 \times P_4$, alcançaram os maiores valores ($\hat{s}_{ij} = 1,73$), sendo que as estimativas da CGC das linhagens parentais P_7 e P_4 apresentaram valores negativos ($\hat{g}_7 = -2,02$ e $\hat{g}_4 = -0,52$).

Para exemplificar a contribuição da CEC no híbrido $P_2 \times P_4$ aplicou-se novamente o modelo exposto por VENCOVSKY & BARRIGA (1992), chegando-se a conclusão que 56% do incremento da produção total, em relação a média geral, obtido pelo híbrido $P_2 \times P_4$, é resultante da CEC do próprio cruzamento.

O maior efeito negativo de $\hat{s}_{ij}$ foi apresentado pelo híbrido $P_1 \times P_5$ ($\hat{s}_{15} = -1,33$) sugerindo que o valor médio de produção total alcançado por este material foi inferior ao esperado com base na CGC de seus genitores ($\hat{g}_1 = 1,40$ e $\hat{g}_5 = 0,06$). Verifica-se que o híbrido $P_1 \times P_5$ é o que apresenta menor média dentro do grupo de híbridos onde a linhagem parental P_1 é um dos genitores.

Se um determinado cruzamento mostra alto valor positivo ou negativo de ($\hat{s}_{ij}$), entende-se que esse valor representa interações não aditivas e epistáticas que podem estar relacionadas com a manifestação da heterose em combinações híbridas (MELO, 1987).

Para o caráter produção precoce (NFP), os maiores efeitos da CEC foram apresentados pelas combinações híbridas $P_1 \times P_7$, $P_2 \times P_4$, $P_3 \times P_5$, $P_4 \times P_6$ e $P_6 \times P_7$, enquanto os menores efeitos foram apresentados pelos híbridos $P_1 \times P_5$ e $P_5 \times P_6$ (Tabela 14). Observa-se que dentre os cinco híbridos com maior efeito de $\hat{s}_{ij}$, os híbridos $P_4 \times P_6$ e $P_6 \times P_7$ são os únicos formados por ambos os parentais com CGC negativa para o caráter NFP (Tabela 13), isto resulta em grandes valores heteróticos positivos ($H_{mp} = 140,4\%$) observados nos dois híbridos (Tabela 9). Por sua vez, o híbrido $P_1 \times P_5$, envolvendo parentais com efeitos positivos de CGC (Tabela 14), foi o que mostrou a maior magnitude de valor negativo $\hat{s}_{ij}$, conforme se observa na Tabela 6, esta combinação híbrida apresentou heterose negativa em relação à média parental ($H_{mp} = 92,3\%$).

Para o caráter número de flores femininas (NFF) o híbrido $P_1 \times P_7$ foi o que apresentou maior estimativa da CEC, $s_{17} = 0,29$ (Tabela 14). Também foi o híbrido que alcançou maior valor de heterose positiva ($H_{mp} = 121,9\%$) dentre todos os híbridos para este caráter, conforme mostra a Tabela 10. Enquanto que os menores valores estimados da CEC foram obtidos pelos híbridos $P_1 \times P_5$ e $P_3 \times P_5$ ($\hat{s}_{15} = -0,35$ e

$\hat{s}_{35} = -0,24$), estes híbridos alcançaram os maiores valores de heterose (Hmp) negativa para o caráter: 81,6% e 83,7% respectivamente (Tabela 10).

O critério para escolha das melhores combinações, para prosseguir em um programa de melhoramento, deve basear-se nos valores das estimativas da CEC e CGC. Tomando-se primeiramente a CGC para os três caracteres estudados, destacam-se as linhagens parentais P_1 , P_2 e P_3 . Com base na CEC, considerando-se os três caracteres destacam-se os híbridos $P_1 \times P_2$, $P_1 \times P_6$, $P_1 \times P_7$, $P_2 \times P_4$, $P_3 \times P_4$ e $P_3 \times P_5$. A única coincidência entre combinações híbridas de alto valor de CEC, cujos ambos parentais apresentam também altos valores de CGC é a do híbrido $P_1 \times P_2$. Esses resultados sugerem que o cruzamento $P_1 \times P_2$ possui o melhor potencial, dentre todos os híbridos avaliados, para ser utilizado em novos programas de melhoramento, podendo gerar linhagens superiores do ponto de vista de produção, avaliada em número de frutos/planta.

Na escolha dos melhores híbridos para utilização direta, comercialmente, considerou-se como critérios as produções precoce e produção total, além dos critérios de ordem estética dos frutos, como: regularidade de formato, coloração externa, tamanho da cicatriz estilar, uniformidade e padronização, sempre comparando com a testemunha comercial. Segundo estes critérios optou-se pelos híbridos $P_1 \times P_2$ (padrão cilíndrico) $P_2 \times P_5$ (padrão bojudo), conforme mostra a figura 7. O híbrido original Clarita é mostrado na figura 8.

Figura 7 - Frutos no ponto comercial dos híbridos selecionados $P_1 \times P_2$ (AF1774) e $P_2 \times P_5$ (AF1783).

Figura 8 - Frutos no ponto comercial do híbrido original Clarita..

4.4. Estratégia de melhoramento utilizada e comentários gerais

Partindo-se de um único cruzamento biparental, obteve-se a população segregante F_2 e através de autofecundações sucessivas e seleção para formato e coloração dos frutos, obtiveram-se as sete linhagens avaliadas neste trabalho. Embora os caracteres de produtividade e florescimento feminino não tenham sido usados como parâmetros no processo seletivo, conseguiram-se duas linhagens parentais (P_1 e P_2) com valores superiores ao do híbrido original, (significativos ao nível de 5% pelo teste de Dunnett, para os três caracteres avaliados). Obtiveram-se também 6 híbridos com valores superiores ao híbrido original, para o caráter número total de frutos por planta e número de flores femininas por planta. Para o caráter número de frutos por planta em colheita precoce, foram obtidos 8 híbridos mais produtivos que o híbrido original, estes resultados comprovam o sucesso da estratégia utilizada, apesar de não muito ortodoxa do ponto de vista acadêmico.

Diversos autores já mostraram que a magnitude dos valores heteróticos em combinações híbridas, está associada ao distanciamento genético ou grau de parentesco entre seus genitores (IKUTA & VENCovsky, 1970; GILL et al., 1973; PETER & RAI, 1978; FALCONER, 1981; MALUF et al., 1983). Os resultados do presente trabalho não estão em desacordo com estes autores, pois apesar das sete linhagens parentais possuírem a mesma origem, percebe-se uma considerável amplitude de variação entre elas, para os caracteres estudados.

Em programas de melhoramento, desenvolvidos pelas companhias de sementes de hortaliças no mundo todo, o foco é muito claro: lançar produtos comerciais potencialmente competitivos no mercado, no menor prazo e menor custo possível. Neste contexto a reutilização de materiais com o maior número de características comerciais desejáveis como germoplasma, é uma estratégia largamente utilizada.

Logicamente diversas críticas podem ser tecidas em relação a esta estratégia, e talvez o principal problema é que a recombinação de genótipos cada vez mais aparentados leve a um estreitamento da base genética, a tal ponto que todos os materiais disponíveis sejam similares geneticamente. A redução da base genética poderá levar a uma maior sensibilidade a qualquer mudança ambiental.

Este é realmente um fator que pode gerar graves problemas de ordem econômica e social, e deve ser discutido de forma clara e racional entre pesquisadores de empresas públicas e particulares. Este fator pode ser o ponto de confluência de interesses entre os setores público e privado, desde que cada um deles entenda seu papel na sociedade. O setor privado deve atender às necessidades de seus clientes (produtores e consumidores) oferecendo produtos acabados em quantidade e com a qualidade desejada. Para isso deve estar muito bem estruturado em desenvolver pesquisa aplicada (terminar o produto), produção e distribuição de sementes. O setor público tem como cliente direto o setor privado e também pode atender várias de suas necessidades, dentre as quais destacam-se: treinamento de recursos humanos, desenvolvimento de metodologias, manutenção da variabilidade genética e introgressão de genes de interesse em materiais mais próximos do padrão comercial.

A partir desta análise fica claro que a parceria entre empresa pública e privada é perfeitamente factível, e já acontece em vários segmentos e locais do mundo. Infelizmente no Brasil, no segmento de melhoramento de hortaliças, esta parceria é ainda bastante incipiente, provavelmente devido a inexistência de sistemas normativos claros, que definam as regras do “jogo”. Esta parceria é benéfica e necessária a ambos os setores para que eles continuem a desempenhar um papel relevante na sociedade.

5. CONCLUSÕES

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

1. As linhagens parentais P_1 e P_2 foram superiores ao híbrido original, enquanto que a linhagem P_7 foi inferior, para os caracteres de produção precoce, produção total e número de flores femininas por planta.
2. Verificaram-se expressivos valores positivos de heterose para produção total: $P_1 \times P_7$ (25,4% Hmp); $P_3 \times P_4$ (18,8% Hps) e $P_1 \times P_2$ (48,1% Hcp). Da mesma forma verificaram-se expressivos valores positivos de heterose para produção precoce $P_4 \times P_6$ e $P_6 \times P_7$ (40,4 Hmp); $P_4 \times P_6$ (35,5% Hps) e $P_1 \times P_2$ (58,9% Hcp).
3. Para o caráter número de flores femininas, não houve diferença significativa entre a média dos valores apresentados pelos híbridos e a média dos valores das linhagens parentais, embora em algumas combinações tenha se observado expressivos valores heteróticos positivos em relação à cultivar padrão: $P_1 \times P_2$; $P_1 \times P_3$; $P_1 \times P_4$; $P_1 \times P_6$; $P_1 \times P_7$; $P_2 \times P_3$ e $P_2 \times P_5$.

4. Os três caracteres estudados apresentaram forte associação entre si, com altos coeficientes de correlação: NFT x NFP (0,936); NFT x NFF (0,790) e NFP x NFF (0,825). Esta associação sugere que a seleção de materiais mais produtivos possa ser feita, com base no número de flores femininas e produção precoce.
5. A comparação da magnitude relativa da CGC e CEC mostra nítida predominância dos efeitos gênicos aditivos envolvidos na expressão dos caracteres estudados.
6. Para o caráter produção total de frutos por planta, as linhagens parentais foram classificadas, da maior para a menor CGC em P₂, P₁, P₃, P₄, P₅, P₆ e P₇.
7. Os maiores valores de CEC, para o caráter produção total de frutos por planta, foram obtidos pelos híbridos P₁ x P₂; P₁ x P₆; P₁ x P₇ e P₂ x P₄.
8. Para utilização comercial escolheram-se os híbridos P₁ x P₂ (padrão cilíndrico) e P₂ x P₅ (padrão bojudo), por apresentarem alta produção precoce e produção total, além de qualidades de ordem estética, (formato, coloração, uniformidade e padronização dos frutos), indispensáveis para o seu sucesso comercial.
9. Recombinando-se linhagens endogâmicas extraídas de um único cruzamento biparental, foi possível obter novos híbridos superiores ao híbrido original, para os caracteres avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgard Blücher, 1971. 381p.

BAKER, R.J. Issues in diallel analysis. **Crop Science**, Madison, **18**:533-6, 1978.

BOLETIM MENSAL DO CEAGESP, São Paulo, 1995, jan/jul.

BREWBAKER, J.L. Genética na agricultura. São Paulo, Polígono, 1969. 217p.

BUSHNELL, J.W. Isolation of uniform types of hubbard squash by inbreeding. **Procedure of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, **19**:139-44, 1922.

CAMARGO FILHO, W. P. & MAZZEI, A.R. Hortaliças prioritárias no planejamento da produção orientada: estacionalidade da produção e dos preços. **Informações Econômicas**, São Paulo, **24**(12):9-54, 1994.

- CARDOSO, A.I.I. Herança de características de frutos imaturos de *Cucurbita moschata* Duch. com hábito de crescimento braquítico. Botucatu, 1993. 81p. (Mestrado - Faculdade de Ciências Agronômicas Campus de Botucatu/UNESP).
- COSTA, C.P. Obtenção de abobrinha (*Cucurbita moschata* Duch ex. Poir) Menina Brasileira com hábito de crescimento tipo moita e com tolerância ao mosaico da melancia. **Revista de Olericultura**, Santa Maria, **14**:21-2, 1974.
- COSTA, C.P. & PINTO, C.A.B.P. Melhoramento de abóbora, In: _____. **Melhoramento de hortaliças**. Piracicaba, ESALQ Departamento de Genética, 1977. cap. 7, p.179-95.
- CUI, H.; QI, Y.; LIU, J.; REN, Z. Correlations between parents and F₁ progeny in earliness heterosis and the estimation of traits limits of parents. **Cucurbits Genetics Cooperative**, College Park, **15**:13-6, 1992.
- CURTIS, L.C. Heterosis in summer squash (*Cucurbita pepo*) and the possibilities of producing F₁ of producing F₁ hybrid seed for commercial planting. **Procedure of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, **37**:827-8, 1940.

CURTIS, L.C. Comparative earliness and productiveness of first and second generation summer squash (*Cucurbita pepo*) and the possibilities of using the second generation seed for commercial planting. **Proceedure of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, **38**:596-8, 1941.

DELLA VECCHIA, P.T.; TERCENCIANO SOBRINHO, P.; TERCENCIANO, A. Breeding bush type of *C. moschata* with field resistance to PRSV-W. **Cucurbit Genetics Cooperative**, College Park, **16**:70-2, 1993.

ELMSTROM, G.W. Evaluation of summer squash varieties for Florida. **Proceedure Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, **91**:322-4, 1978.

FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. 2. ed. London, Longman, 1981. 340p.

GILL, H.S.; THAKUR, P.C.; THAKUR, T.C. Combining ability in sweet -pepper (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* Sendt.) **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, **43**(10):918-21, 1973.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, **9** (4):462-93, 1956.

HABER, E.S. Inbreeding in the Table Queen squash. **Procedure of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, **25**:111-4, 1928.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, Baltimore, **39**:789-809, 1954.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses II. **Genetics**, Baltimore, **43**:63-85, 1958.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses III. **Genetics**, Baltimore, **45**:155-72, 1960.

HUTCHINS, A.E. & CROSTON, F.E. Productivity of F₁ hybrids in squash (*Cucurbita pepo*). **Procedure of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, **39**:332-6, 1941.

IKUTA, H. & VENCovsky, R. Ensaio de híbridos F₁ de variedades de pimentão resistentes a viroses. **Relatório Científico do Departamento de Genética**, Piracicaba, **4**:62-4, 1970.

JENSEN, N.F. **Plant breeding methodology**. New York, John Wiley, 1988. 676p.

JINKS, J.L. A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel crosses. **Heredity**, Harlow, **9**:223-38, 1955.

KAKIZAKI, Y. Breeding “crossed eggplants” in Japan. **The Journal of Heredity**, New York, **21**:253-8, 1930.

KASRAWI, M.A. Heterosis and reciprocal differences for quantitative traits in summer squash (*Cucurbita pepo* L.). **Journal of Genetics and Breeding**, Rome, **48**(4):399-403, 1994.

KEMPTHORNE, O. & CURNOW, R.N. The partial diallel cross. **Biometrics**, Virginia, **17**:229-50, 1961.

KWACK, S.N. & FUJIEDA, K. Breeding high female lines through interespecific hybridization of *Cucurbita*. **Cucurbit Genetics Cooperative**, College Park, **8**:78-9, 1985.

LAMONT, W.J.; SORENSEN, K.A.; AVERRE, C.W. Painting aluminium strips on black plastic mulch reduces mosaic. **HortScience**, Alexandria, **25**(10):1305, 1990.

- MALUF, W.R.; FERREIRA, P.E.; MIRANDA, J.E.C. Genetic divergence in tomatoes and its relationships with heterosis for yield in F₁ hybrids. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, **6**(3):453-60, 1983.
- MATHER, K. & JINKS, J.L. **Biometrical Genetics**. 2 ed. London, Chapman and Hall, 1971. 382p.
- MELO, P.C.T. Heterose e capacidade combinatória em um cruzamento dialélico parcial entre seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Piracicaba, 1987. 108p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MIRANDA, J.E.C. Avaliação de seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e suas progênes híbridas F₁. Viçosa, 1978. 42p. (MS- Universidade Federal de Viçosa).
- MIRANDA, J.E.C. Análise genética de um cruzamento dialélico em pimentão (*Capsicum annuum* L.). Piracicaba, 1987. 159p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- NESMITH, D.S.; HOOGENBOOM, G.; GROFF, D.W. Staminate and pistillate flower production of summer squash in response to planting date. **HortScience**, Alexandria, **29**(4):256-7, 1994.

- NITSCH, J.P.; KURTZ Jr., E.B.; LIVERMAN, J. L.; WENT, F.W. The development of sex expression in cucurbit flowers. **American Journal of Botany**, Colombus, **39**:32-43, 1952.
- PAIVA, W.O. Heterose, estabilidade e variabilidade em quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) MOENCH). Piracicaba, 1992. 148p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- PARIS, H.S.; NERSON, H.; BURGER, Y. Precocious caserta summer squash breeding line. **HortScience**, Alexandria, **20**(4):786, 1985.
- PARIS, H.S. Historical records, origins and development of the edible cultivar groups of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). **Economic Botany**, New York, **43**(4):423-43, 1989.
- 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; reapraisal of theory and practice**. Berlim, Springer-Verlag, 1983. p.138-88.
- PETER, K. & RAI, B. Heterosis as a function of genetics distances in tomato. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, **38**(2):173-8, 1978.

RAMALHO SOBRINHO, R.; CORREIA, L.G.; SALGADO, J.R. Olericultura no Brasil, área (ha) e produção (t) por cultura e por Estado no ano de 1990. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 31. Belo Horizonte, 1991. **Palestras**. Belo Horizonte, EMATER, 1991. p.174-82.

SIROHI, P.S.; KUMAR, T.S.; CHOUDHURY, B. Diallel analysis for variability in *Cucurbita moschata* (Duch.) Poir. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, **56**(3):171-3, 1986.

SCOTT, G.W. Observation on some inbred lines of bush types of *Cucurbita pepo*. **Procedure of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, **32**:480, 1934.

SHIFRISS, O. Origin of gynocism in squash. **HortScience**, Alexandria, **20**(5):889-91, 1985.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. **Statistical Methods**. Iowa, Iowa State University Press. 1980, 507p.

SPRAGUE, G.F. & TATUM, L.A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Geneva, **34**(10):923-32, 1942.

SPRAGUE, G.F. Plant breeding. **Annual Review of Genetics**, Palo Alto, 1:224-69, 1967.

STELL, R.G.B. & TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. New York, McGraw-Hill, 1960, 481p.

VENCOVSKY, R. Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades. Piracicaba, 1970. 59p. (Livre-docência - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, FCA, 1992. 486p.

WHITAKER, T.W. & ROBINSON, R.W. Squash breeding. In: BASSET, M.J. (ed.). **Breeding vegetable crops**. Westport, AVI, 1986. p.209-42.

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