

# ANÁLISE GENÉTICA DE UM CRUZAMENTO DIALÉLICO DE CULTIVARES DE TOMATE

## I. CARACTERÍSTICAS REFERENTES À PRODUÇÃO DE FRUTOS<sup>1</sup>

WILSON ROBERTO MALUF<sup>2</sup>, JOÃO EUSTÁQUIO CABRAL DE MIRANDA<sup>3</sup>  
e JOENES PELÚZIO DE CAMPOS<sup>4</sup>

**RESUMO** - Foi efetuada análise genética de características referentes à produção de frutos, em um cruzamento dialélico de seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) - Kada, Santo Antônio, São Sebastião, Ângela, Floradel e BGH 3470, pelo método de Jinks & Hayman. As seis cultivares parentais e seus quinze híbridos F<sub>1</sub> possíveis (não se fez distinção entre cruzamentos recíprocos) foram testados no ano de 1977, em dois locais: Viçosa (MG) e Ponte Nova (MG). Não foram detectadas evidências de epistasia nem de sobredominância para nenhuma das características estudadas. Estimativas do grau de dominância revelaram a existência de dominância completa para maior produção total e maior produção comerciável de frutos; de dominância incompleta para maior número total de frutos, maior número de frutos comerciáveis e menor percentagem de frutos rachados; e de ausência de dominância para peso médio de frutos comerciáveis e percentagem de produção precoce. As quatro cultivares biloculares do grupo Santa Cruz (Kada, Santo Antônio, São Sebastião e Ângela) mostraram-se geneticamente semelhantes quanto à produção total e comerciável de frutos e número total e comerciável de frutos.

Termos para indexação: *Lycopersicon esculentum* Mill., melhoramento, ação gênica.

## GENETIC ANALYSIS OF A DIALLEL CROSS IN TOMATO CULTIVARS I. YIELD - RELATED CHARACTERS

**ABSTRACT** - Jinks-Hayman genetic analysis was performed on yield-related characters of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in a diallel cross of six cultivars - Kada, Santo Antônio, São Sebastião, Ângela, Floradel e BGH 3470. These six cultivars and their fifteen possible F<sub>1</sub> hybrids (no distinction was made between reciprocal crosses) were tested in 1977 in two locations - Viçosa (MG) and Ponte Nova (MG). No evidence of either epistasis or overdominance was found for any of the characters studied. Degree of dominance estimates showed the existence of complete dominance for increased total and marketable yield, incomplete dominance for higher number of fruit, higher number of marketable fruit, and lower percent fruit cracking; and absence of dominance for average weight of marketable fruit and percent early yield. The four bilocular cultivars of the Santa Cruz group (Kada, Santo Antônio, São Sebastião and Ângela) are genetically similar to each other, as far as total and marketable yield, total number of fruit and total number of marketable fruit.

Index terms: *Lycopersicon esculentum* Mill., breeding, gene action.

## INTRODUÇÃO

O fenômeno da heterose em plantas híbridas tem sido muito utilizado na agricultura e constitui um eficiente recurso para o aumento da produtividade agrícola (Paterniani 1974, Viegas & Miranda Filho 1978). Talvez o melhor exemplo seja o aproveitamento do vigor híbrido na cultura do milho.

A heterose tem sua maior expressão em plantas alógamas. Em plantas oleráceas, ela é usada

economicamente em cebola, repolho, couve-flor e cenoura. Em plantas hortícolas autógamas, também se tem constatado heterose, especialmente em berinjela, jiló, tomate, feijão e feijão-de-lima (Ikuta 1961, Campos 1973, Cheng 1972, Burdick 1954, Rick & Butler 1956, Albuquerque & Vieira 1974, Allard 1956).

É, pois, uma experiência comum, em melhoramento de plantas, constatar que híbridos entre certos progenitores "combinam" de modo a produzir progênie superior, e que híbridos entre progenitores de aparência igualmente desejável produzem progênie desapontadora (Allard 1956).

Em geral, muitas gerações devem ser plantadas e muito esforço despendido até que se encontrem as combinações desejáveis. Um melhor conhecimento das relações genéticas entre os pais envolvidos em

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 13 de janeiro de 1982.

<sup>2</sup> Eng.<sup>o</sup> Agr.<sup>o</sup>, Ph.D., Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPH) - EMBRAPA, Caixa Postal 11.1316 CEP 70000 - Brasília, DF.

<sup>3</sup> Eng.<sup>o</sup> Agr.<sup>o</sup>, M.Sc., CNPH/EMBRAPA.

<sup>4</sup> Eng.<sup>o</sup> Agr.<sup>o</sup>, Ph.D., Dept. de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570 - Viçosa, MG.

cruzamentos poderia ser útil na identificação de híbridos e/ou cruzamentos promissores.

Uma abordagem deste problema foi desenvolvida por Jinks & Hayman (1953), Jinks (1954, 1955, 1956), Hayman (1954a, b), descrevendo um método de análise que permite uma estimativa rápida e geral das relações genéticas entre progenitores componentes de cruzamentos dialélicos.

No presente trabalho, utilizar-se-á a metodologia de Jinks & Hayman para a análise genética de características referentes à produção em um cruzamento dialélico de seis cultivares de tomate - quatro biloculares do grupo Santa Cruz (Kada, Santo Antônio, São Sebastião e Ângela), uma multilocular (Floradel), e uma trilocular (BGH 3470).

#### MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidas seis cultivares, todas de crescimento indeterminado: São Sebastião (bilocular, de maturação uniforme e com resistência a *Fusarium oxysporium* f.sp. *lycopersici* raça 1 e a *Stemphylium solani*), Santo Antônio (bilocular, com ombro verde e resistência à raça 1 de *Fusarium*, ao *Verticillium* e *Stemphylium*), Ângela (bilocular, de frutos pequenos, ombro verde e resistência ao vírus Y), Kada (bilocular, ombro verde, com frutos de bom tamanho e peso médio), Floradel (multilocular, de ombro verde, resistência a *Fusarium* raça 1 e a *Stemphylium*) e BGH 3470 (Banco de Germoplasma de Hortaliças - 3470 - da UFV - cultivar trilocular, de origem européia, de cachos com formato e número de frutos desejados; é o único não cultivado comercialmente no Brasil).

Todos os 15 cruzamentos possíveis entre as seis cultivares foram efetuados, não se fazendo distinção entre híbridos recíprocos, visto que em tomate o efeito materno é geralmente nulo ou insignificante (Currence et al. 1944, Khanna & Chaudhary 1974).

Foram instalados ensaios experimentais em dois locais: Viçosa, MG e Ponte Nova, MG. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com 21 tratamentos (6 cultivares parentais e 15 híbridos  $F_1$ ) e quatro e três repetições, respectivamente, em Viçosa e Ponte Nova. Cada parcela foi constituída por duas fileiras de 6 m de comprimento, com 24 plantas totais e 20 plantas úteis. O espaçamento foi de 1 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas.

A semeadura foi realizada em junho/77, utilizando-se copos de jornal, em Viçosa, e copos de plástico, em Ponte Nova, colocando-se duas sementes por copo. Os copos foram encheidos com uma mistura de terra e esterco de curral curtido (na proporção de 2:1), previamente tratada com fungicida à base de PCNB. A cada 100 litros da mistura adicionaram-se 500 g de superfosfato simples, 100 g de sulfato de amônio e 50 g de cloreto de potássio.

O transplante foi realizado quando as plantas apresen-

taram de quatro a seis folhas definitivas. A adubação do plantio foi feita à razão de 3.000 kg da fórmula 4-14-8, mais 300 kg de sulfato de magnésio e 30 kg de bórax por hectare. Em Ponte Nova, colocaram-se ainda dois litros de esterco de curral por cova. A adubação de cobertura foi realizada com a mistura 10-5-10, sendo feitas três aplicações de 30 g/planta a cada 25 dias, a contar da data do transplante.

O tutoramento das plantas foi do tipo cerca cruzada, sendo conduzida uma planta por cova, com uma haste, praticando-se a desbrota e a amarração, quando necessárias. As irrigações foram feitas por infiltração, em Viçosa, e por aspersão, em Ponte Nova. Os demais tratamentos foram os normais e recomendados para a cultura.

Foram realizadas 19 colheitas, duas por semana, colhendo-se os frutos no estágio "de vez" ou "cor-de-cana", assim como os que estivessem completamente maduros. Na última colheita, foram colhidos todos os frutos; os verdes biloculares menores que 33 mm de diâmetro e os verdes multiloculares menores que 50 mm de diâmetro foram descartados.

Avaliaram-se os seguintes caracteres:

- a. Produção total de frutos (t/ha);
- b. Produção comerciável (t/ha);
- c. Número total de frutos por parcela;
- d. Número de frutos comerciáveis por parcela;
- e. Peso médio dos frutos comerciáveis (g/fruto);
- f. Percentagem de produção precoce, expressa em relação à produção total, considerando a produção das seis primeiras colheitas;
- g. Percentagem de frutos rachados, expressa em relação ao total de frutos.

Tomando-se as médias dos tratamentos nos dois locais, efetuou-se uma análise de quadrados mínimos, não ponderada para o número de repetições por local, testando-se o efeito de genótipos contra a interação locais x genótipos. Como houve a significância ao nível de 5% de probabilidade para o efeito de genótipos em quaisquer dos parâmetros estudados, procedeu-se então à análise genética de cada um destes parâmetros, segundo a análise dialélica de Jinks & Hayman (Hayman 1954a, b, Jinks 1954).

Em conformidade com esta análise, determinaram-se os seguintes parâmetros, cujo significado se explica brevemente, a seguir:

- $V_{oLo}$  = variância das linhagens parentais.  
 $V_r$  = variância da progênie da linhagem parental r.  
 $\bar{W}_r$  = covariância da progênie de linhagem parental r com o pai não recorrente.  
 $\bar{D}$  = componente genético referente à ação gênica aditiva.  
 $\bar{H}_1$  = componente genético referente à ação gênica dominante.  
 $\bar{H}_2$  = componente genético referente à ação gênica dominante. Teoricamente,  $H_1 - H_2 \geq 0$ ;  $H_1 = H_2$  se houver simetria entre os genes cujo efeito é positivo e os genes cujo efeito é negativo; isto é, se os

- genes de efeitos positivos e negativos estiverem presentes em frequências iguais.
- $\bar{F}$  = componente genético referente às frequências relativas de genes dominantes e recessivos na população parental;  $\bar{F}$  é positivo se alelos dominantes forem mais frequentes do que alelos recessivos, e negativo se o oposto for verdade.
- $\bar{h}^2$  = componente genético referente à ação gênica dominante; reflete o quadrado da diferença entre a média das linhas parentais e a média geral das  $n^2$  combinações possíveis da tabela dialélica ( $n$  = número de linhas parentais).
- $\bar{E}$  = quadrado médio do resíduo (erro experimental); no caso presente,  $\bar{E}$  é o quadrado médio da interação genótipos x locais.

Os erros padrões dos parâmetros discutidos foram estimados de acordo com Hayman (1954b). Tais parâmetros foram utilizados para obtenção de estimativas de:

1. Grau médio de dominância (ponderado)  $= \sqrt{\bar{H}_1/\bar{D}}$ .
2. Produto das frequências médias de alelos de efeitos positivos e negativos em loci com dominância  $= \bar{H}_2/4\bar{H}_1$ . Este parâmetro tem um valor máximo teórico de 0,25 quando tanto a frequência de alelos positivos quanto a de alelos negativos for igual a 0,5. É tendencioso no sentido de produtos maiores, de modo que deixa de detectar pequenas assimetrias.
3. Razão do número de alelos dominantes para alelos recessivos  $= (\sqrt{4\bar{D}\bar{H}_1} + \bar{F})/(\sqrt{4\bar{D}\bar{H}_1} - \bar{F})$ .
4. Número mínimo de genes ou blocos gênicos que exibem dominância nas linhas parentais  $= \bar{h}^2/\bar{H}_2$ .

Valores de  $(\bar{W}_r - \bar{V}_r)$  de cada local foram testados para homogeneidade, e em caso de aceitação desta hipótese prosseguiu-se a análise, fazendo a regressão dos  $W_r$  em  $V_r$  e plotando-se a parábola limitante ( $W_r = \pm \sqrt{V_{oLo} \times V_r}$ ), segundo a metodologia de Jinks & Hayman (Jinks 1954, Hayman 1954b). O coeficiente linear deve ser igual a 1, em ausência de epistasia.

Em caso de sobredominância, a reta interseccionará o eixo das ordenadas ( $W_r$ ) abaixo da origem; em caso de dominância completa, na origem, e em caso de dominância incompleta, acima da origem. Em ausência de dominância, a reta será tangente à parábola. Linhas parentais recessivas se situarão na extremidade superior da reta, próximas da parábola limitante, e linhas parentais dominantes se localizarão na extremidade inferior da reta, próximas da parábola limitante.

As avaliações de  $\sqrt{\bar{H}_1/\bar{D}}$ , da significância de  $\bar{H}_2$  e da diferença  $(\bar{D} - \bar{H}_1)$  foram usadas para estimar o grau de dominância.

O sinal e a magnitude do coeficiente de correlação ( $\rho$ ) de  $(W_r + V_r)$  com a produção ( $Y_r$ ) média da linha parental  $r$  foram usados na avaliação do sentido de atuação dos genes dominantes. Se  $\rho$  for positivo e próximo de +1, os genes dominantes são predominantemente negativos (i.e., no sentido de diminuição do caráter). Se  $\rho$  for próximo de -1, os genes dominantes são predominantemente positivos (i.e., no sentido de incremento do caráter).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância referentes ao teste de homogeneidade dos valores  $(\bar{W}_r - \bar{V}_r)$  nos dois locais não se mostraram significativas para nenhuma das características estudadas, permitindo-se a aceitação da hipótese de homogeneidade e a aplicação da análise de Jinks-Hayman, cujos parâmetros se acham nas Tabelas 1 e 2 e cujas representações gráficas encontram-se nas Fig. 1 a 7. As médias das cultivares parentais para cada caráter estudado estão apresentadas na Tabela 3.

Produção total de frutos (t/ha). A regressão de  $W_r$  em  $V_r$ , com  $\beta = 0,874 \pm 0,145$  (Fig. 1), não difere estatisticamente de 1 ( $\alpha = 5\%$ ), mas difere estatisticamente de 0 ( $\alpha = 1\%$ ), mostrando que um modelo de aditividade-dominância é adequado, não havendo evidência de ação gênica epistática. A alta correlação negativa entre  $(W_r + V_r)$  e  $Y_r$  (Tabela 1) indica que alelos dominantes favorecem a produção de frutos. De fato, as cultivares mais produtivas foram as do grupo Santa Cruz: Kada, Santo Antônio, São Sebastião e Ângela (Tabela 3), que se encontram próximas à extremidade inferior do segmento da reta (Fig. 1), o que indica que estas cultivares contêm alta proporção de genes dominantes. A cultivar menos produtiva (Floradel) é também aquela cuja posição no segmento de reta indica a maior proporção de genes recessivos. A cultivar BGH 3470 tem uma produção intermediária entre Floradel e as do grupo Santa Cruz, o que indica possuir uma proporção de genes dominantes superior a Floradel mas inferior às cultivares do grupo bilocular - daí ocupar uma posição intermediária no segmento de reta da Fig. 1.

O fato de que o parâmetro estimado  $\bar{H}_2$  difere significativamente de zero indica a existência de algum grau de dominância, e a não-significância de  $(\bar{D} - \bar{H}_1)$  indica dominância completa (Tabelas 1 e 2). De fato  $\sqrt{\bar{H}_1/\bar{D}} = 1,22$  (próximo de 1,0) e a reta (Fig. 1) intercepta o eixo dos  $W_r$  num ponto bem próximo à origem, o que permite concluir pela inexistência de sobredominância e pela ocorrência de dominância completa.

Há pelo menos dois genes ou blocos gênicos que exibem dominância para o caráter ( $\bar{h}^2/\bar{H}_2 = 1,85$ ) e o número de alelos dominantes está para o número de recessivos na razão de 2:1 aproximadamente  $(\sqrt{4\bar{D}\bar{H}_1} + \bar{F})/(\sqrt{4\bar{D}\bar{H}_1} - \bar{F}) = 1,94$ ). Sendo os genes

TABELA 1. Componentes da análise dialélica de características referentes à produção.

Características	Componentes $\pm$ erro padrão					
	$\hat{D}$	$\hat{H}_1$	$\hat{H}_2$	$\hat{F}$	$\hat{h}_2$	$\hat{E}$
Produção total (t/ha)	180 $\pm$ 18	270 $\pm$ 46	232 $\pm$ 41	141 $\pm$ 44	428 $\pm$ 28	17 $\pm$ 7
Produção comerciável (t/ha)	285 $\pm$ 17	290 $\pm$ 43	236 $\pm$ 38	212 $\pm$ 41	476 $\pm$ 26	24 $\pm$ 6
Nº total de frutos <sup>a</sup> por parcela	86,1 $\pm$ 2,8	30,6 $\pm$ 7,1	30,0 $\pm$ 6,8	9,8 $\pm$ 6,8	66,1 $\pm$ 4,3	2,0 $\pm$ 1,0
Nº de frutos comerciáveis <sup>a</sup> por parcela	102,5 $\pm$ 4,6	43,6 $\pm$ 11,6	36,3 $\pm$ 10,4	10,3 $\pm$ 11,2	74,3 $\pm$ 7,0	3,3 $\pm$ 1,7
Peso médio (g) dos frutos comerciáveis	922 $\pm$ 58	50 $\pm$ 132	107 $\pm$ 142	-2 $\pm$ 89	138	25 $\pm$ 22
% de produção precoce	31,5 $\pm$ 3,8	6,3 $\pm$ 9,6	5,2 $\pm$ 8,6	2,6 $\pm$ 9,2	24,0 $\pm$ 5,8	11,0 $\pm$ 1,4
% de frutos rachados	69,7 $\pm$ 3,7	24,3 $\pm$ 9,5	18,3 $\pm$ 8,5	28,0 $\pm$ 9,2	0,38 $\pm$ 5,7	14,1 $\pm$ 1,4

<sup>a</sup> Estas estimativas devem ser multiplicadas por  $10^3$ .

dominantes positivos para produção total de frutos, e os recessivos negativos, o produto das frequências gênicas de genes positivos (u) e negativos (v) será  $uv = 2/3 \cdot 1/3 = 2/9 = 0,22$ , o que concorda com valor estimado  $\hat{H}_2/4\hat{H}_1 = 0,21$ .

**Produção comerciável.** As estimativas dos parâmetros da análise dialélica foram muito semelhantes às estimativas obtidas para produção total de frutos (Tabelas 1 e 2; Fig. 2), provavelmente em virtude da alta correlação genética existente entre esses dois caracteres. Assim, o modelo aditividade-dominância também se mostrou adequado neste caso, havendo dominância completa no sentido de maior produção de frutos comerciáveis. As estimativas do grau médio de dominância, do número de genes, da razão do número de alelos dominantes para recessivos, e das frequências de alelos positivos e negativos foram todas muito semelhantes às obtidas para produção total de frutos.

**Número total de frutos por parcela.** A regressão de  $W_r$  em  $V_r$ , com  $\beta = 0,936 \pm 0,169$  (Fig. 3) mos-

tra não haver evidência de ação gênica epistática, sendo portanto adequado o modelo aditividade-dominância. Correlação negativa relativamente alta ( $\rho = -0,859$ ) entre  $(W_r + V_r)$  e  $Y_r$  indica que alelos dominantes tendem a favorecer maior número de frutos. Assim, as cultivares biloculares, que foram superiores quanto ao número de frutos por parcela, tendem a agrupar-se na parte inferior da reta (Fig. 3), enquanto que Floradel e BGH 3470, com menor número de frutos, agrupam-se na parte superior da reta.

O fato de que  $\hat{H}_2 > 0$  indica a ocorrência de dominância em algum grau e o fato de que  $(\hat{D} - \hat{H}_1)$  é significativamente maior que zero (Tabela 2) indica dominância incompleta, o que se pode confirmar pelo valor de  $\sqrt{\hat{H}_1/\hat{D}} = 0,60 < 1,0$  e pelo fato de a reta (Fig. 3) interceptar o eixo das ordenadas acima da origem.

Pelo menos dois genes exibem certo grau de dominância para o caráter ( $\hat{h}^2/\hat{H}_2 = 2,21$ ). A razão do número de alelos dominantes para o número de re-

TABELA 2. Parâmetros obtidos da análise dialélica de características referentes à produção.

Características	Parâmetros						
	$\sqrt{\hat{H}_1/D^a}$	$\hat{h}^2/\hat{H}_2^b$	$\frac{\sqrt{4\hat{D}\hat{H}_1 + \hat{F}^c}}{\sqrt{4\hat{D}\hat{H}_1 - \hat{F}}}$	$\hat{H}_2/4\hat{H}_1^d$	$(\hat{D} - \hat{H}_1)$	$\rho^e$	$\beta \pm$ erro padrão
Produção total (t/ha)	1,22	1,85	1,94	0,21	- 90 ± 57	- 0,979	0,874 ± 0,145
Produção comercial (t/ha)	1,01	2,02	2,17	0,20	- 5 ± 53	- 0,991	0,949 ± 0,096
Nº total de frutos por parcela	0,60	2,21	1,21	0,25	55,4 ± 8,8	- 0,859	0,936 ± 0,169
Nº de frutos comerciáveis por parcela	0,65	2,05	1,60	0,21	58,9 ± 14,4	- 0,613	0,781 ± 0,188
Peso médio (g) dos frutos comerciáveis	0,23	1,29	0,99	0,54	872 ± 183	+ 0,655	0,965 ± 0,102
% de produção precoce	0,45	4,66	1,21	0,21	25,2 ± 11,9	- 0,196	0,497 ± 0,269
% de frutos rachados	0,59	0,02	2,03	0,19	45,4 ± 11,8	+ 0,608	1,049 ± 0,212

a Grau médio de dominância

b Número mínimo de genes que exibem dominância

c Razão do número de alelos dominantes para alelos recessivos

d Produto das frequências médias de alelos positivos e negativos em loci com dominância

e Coeficiente de correlação entre  $(W_r + V_r)$  e a produção média  $(Y_r)$  das linhas parentais r

f Coeficiente linear da regressão  $(W_r, V_r) \pm$  erro padrão.

TABELA 3. Médias das cultivares parentais para características referentes à produção.

Caráter	Cultivar parental						DMS (5%)
	Kada	S. Antônio	S. Sebastião	Ângela	Floradel	BGH 3470	
Produção total de frutos (t/ha)	65,1	68,1	69,0	65,6	35,6	46,8	8,5
Produção comerciável (t/ha)	64,5	66,5	67,5	64,6	28,7	37,8	10,3
Nº total de frutos por parcela	740	871	1.060	998	258	599	95
Nº de frutos comerciáveis por parcela	724	803	1.012	970	194	408	120
Peso médio dos frutos comerciáveis (g)	87,9	81,9	66,5	65,9	148,5	89,5	10,5
% de produção precoce	9,9	10,2	14,6	14,2	21,4	25,3	6,9
% de frutos rachados	21,1	27,3	12,7	13,6	33,9	13,5	7,8



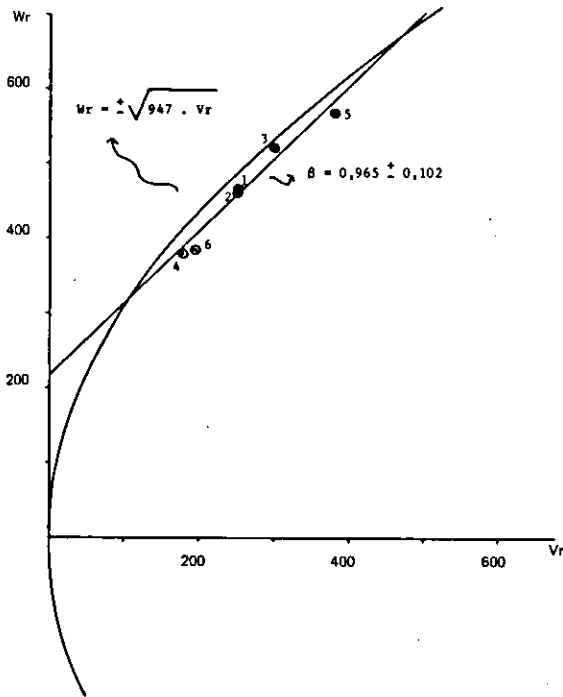


FIG. 5. Regressão de  $W_r$  em  $V_r$  e parábola limitante para peso médio dos frutos comerciáveis. Cultivares:

1. Kada	4. Ângela
2. Santo Antônio	5. Floradel
3. São Sebastião	6. BGH 3470

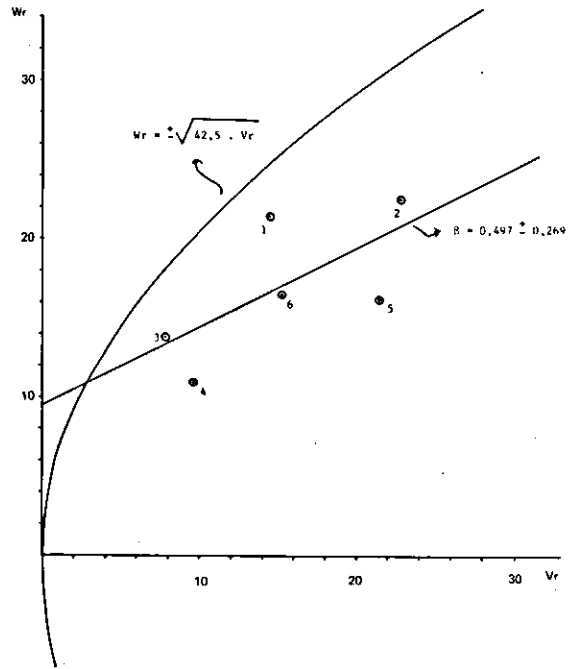


FIG. 6. Regressão de  $W_r$  em  $V_r$  e parábola limitante para percentagem de produção precoce. Cultivares:

1. Kada	4. Ângela
2. Santo Antônio	5. Floradel
3. São Sebastião	6. BGH 3470

cessivos é de 1,21, valor próximo de 1; considerando que os genes dominantes são favoráveis e os recessivos desfavoráveis, tal razão indicaria um valor  $uv = 1/2 \times 1/2 = 0,25$ , exatamente o valor estimado por  $\hat{H}_2/4\hat{H}_1$ . Portanto, nas cultivares utilizadas há uma simetria nas frequências de alelos favoráveis (positivos) e de alelos desfavoráveis (negativos) para número total de frutos.

**Número de frutos comerciáveis por parcela.** Não houve evidência de epistasia, uma vez que  $\beta = 0,781 \pm 0,188$  (Tabela 2) não diferiu significativamente de 1 ao nível fiducial  $\alpha = 5\%$ . A precisão desta estimativa de  $\beta$  foi, todavia, menor do que no caso anterior, indicando maior influência ambiental (Fig. 4). A interpretação dos valores de  $\hat{H}_2$ ,  $(\hat{D} - \hat{H}_1)$  e  $\sqrt{\hat{H}_1/\hat{D}}$ , bem como da Fig. 4, levam à constatação de dominância incompleta. Alelos que favorecem o número de frutos comerciáveis tendem a ser predominantemente, mas não exclusiva-

mente dominantes, o que se conclui da correlação  $\rho = -0,613$  entre  $(W_r + V_r)$  e  $Y_r$  (Tabela 2).

Os genes dominantes predominam em número sobre os recessivos (a razão entre eles é de 1,60:1), e como os primeiros tendem a ser favoráveis, há uma assimetria em relação aos genes desfavoráveis, resultando numa estimativa de  $uv = \hat{H}_2/4\hat{H}_1 = 0,21$  (Tabela 2).

**Peso médio dos frutos comerciáveis.** A regressão de  $W_r$  em  $V_r$  ( $\beta = 0,965 \pm 0,102$ ) revelou a ausência de epistasia, e a aplicabilidade do modelo. A análise gráfica (Fig. 5), bem como a interpretação dos valores de  $\hat{H}_2$ ,  $(\hat{D} - \hat{H}_1)$  e  $\sqrt{\hat{H}_1/\hat{D}}$  (Tabela 2) levam à constatação de ausência de dominância, ou de dominância incompleta em pequeno grau.

As estimativas de  $\hat{H}_1$ ,  $\hat{H}_2$  e  $\hat{F}$  foram obtidas com pouca precisão. De fato, o valor estimado de  $\hat{H}_2$  foi maior que o de  $\hat{H}_1$ , o que teoricamente não se explica; essa pouca precisão, de natureza aleató-

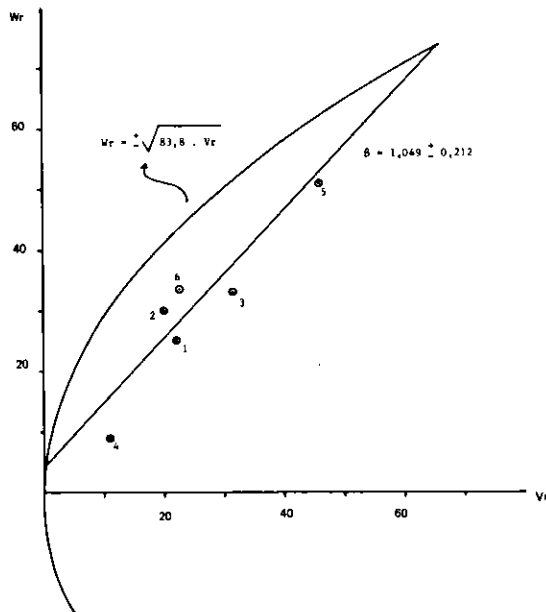


FIG. 7. Regressão de  $W_r$  em  $V_r$  e parábola limitante para percentagem de frutos rachados. Cultivares:

- |                  |             |
|------------------|-------------|
| 1. Kada          | 4. Ângela   |
| 2. Santo Antônio | 5. Floradel |
| 3. São Sebastião | 6. BGH 3470 |

ria, reflete-se no valor estimado de  $uv = \hat{H}_2/4\hat{H}_1 = 0,54$ , o que não pode acontecer, uma vez que o valor máximo esperado é  $uv = 0,25$ .

Pelo fato de o grau médio de dominância ser zero ou próximo de zero, os pontos referentes às cultivares estão muito próximos entre si na Fig. 5. De fato, no caso de ausência total de dominância, a reta seria tangente à parábola e as cultivares todas coincidiriam no ponto de tangência.

Percentagem de produção precoce. A regressão de  $W_r$  em  $V_r$  foi de  $\rho = 0,497 \pm 0,269$  (Fig. 6), valor que não difere significativamente de um nem de zero ao nível fiducial de  $\alpha = 5\%$ . Esta baixa precisão dificulta uma interpretação válida dos parâmetros genéticos da análise de Jinks & Hayman (1953).

No entanto, o fato de a diferença  $(\hat{D} - \hat{H}_1)$  ser aparentemente maior do que zero leva a crer tratar-se de percentagem de produção precoce de um caráter com ausência de dominância. Isso talvez explique em parte a falta de precisão das estimati-

vas de  $\hat{H}_1$ ,  $\hat{H}_2$  e  $\hat{F}$ , uma vez que, em ausência de ação gênica dominante, o valor esperado desses parâmetros é zero.

Percentagem de frutos rachados. A regressão de  $W_r$  em  $V_r$  foi de  $\beta = 1,049 \pm 0,212$ , valor que difere significativamente de zero mas não difere de um ao nível fiducial de  $\alpha = 5\%$  (Fig. 7). As posições das cultivares parentais ao longo da linha de regressão mostram três grupos: o de maior número de genes dominantes (Ângela), o de maior número de genes recessivos (Floradel), e o grupo intermediário (Kada, Santo Antônio, São Sebastião e BGH 3470).

A interpretação dos valores estimados  $\hat{H}_2$ ,  $(\hat{D} - \hat{H}_1)$  e  $\sqrt{\hat{H}_1/\hat{D}}$  (Tabela 2), bem como a análise gráfica (Fig. 7) mostram que a dominância não é completa. Os alelos que atuam no sentido de incrementar a percentagem de frutos rachados são predominantemente recessivos, o que se conclui da correlação  $\rho = +0,608$  entre  $(W_r + V_r)$  e  $Y_r$  (Tabela 2).

A estimativa do número de loci envolvidos ( $\hat{h}^2/\hat{H}_2 = 0,02$ ) não tem significado, em virtude da pouca precisão da estimativa de  $\hat{h}^2$ . Os alelos com certo grau de dominância predominam em número sobre os recessivos, na proporção aproximada de 2,03:1 (Tabela 2). Há uma assimetria entre as frequências dos alelos positivos e negativos, que se verifica pelo parâmetro  $\hat{H}_1/4\hat{H}_2 = 0,19 < 0,25$ .

## CONCLUSÕES

1. Não se detectou evidência de epistasia nem de sobredominância para nenhuma das características estudadas, o que concorda com as conclusões de Powers (1952) e Burdick (1954).

2. As estimativas dos graus de dominância revelaram a existência de dominância completa para produção total e produção comerciável de frutos, de dominância incompleta para número total de frutos, número total de frutos comerciáveis e percentagem de frutos rachados, e de ausência de dominância para peso médio de frutos comerciáveis e percentagem de produção precoce. Alelos dominantes atuam no sentido de maior produção total e comerciável de frutos, tanto em peso quanto em número, enquanto que alelos recessivos atuam no sentido de maior percentagem de frutos rachados.



3. As quatro cultivares do grupo Santa Cruz (Kada, Santo Antônio, São Sebastião e Ângela) mostraram-se geneticamente semelhantes quanto à produção total e produção comerciável de frutos, número total de frutos e número de frutos comerciáveis, tendendo a apresentar maior número de genes dominantes para estas características do que as cultivares Floradel e BGH 3470.

4. Tendo em vista que as cultivares parentais superiores para produção total e comerciável de frutos (as do grupo Santa Cruz) contêm uma alta proporção de genes dominantes, não é de se esperar um grau sensível de heterose em relação ao pai superior em cruzamentos envolvendo essas linhas, uma vez que as chances de se obterem novos loci com dominância são pequenas. De fato, a heterose dos híbridos em relação ao pai superior não foi marcante. Semelhantemente, não se observou heterose para peso médio de frutos ou para percentagem de produção precoce, o que se explica em vista da ausência de ação gênica dominante.

#### REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M.M. & VIEIRA, C. Manifestações da heterose em *Phaseolus vulgaris* L. R. Ceres, Viçosa, 21(114):148-66, 1974.
- ALLARD, R.W. Estimation of prepotency from lima bean diallel cross data. *Agron. J.*, 48:537-43, 1956.
- BURDICK, A.B. Genetics of heterosis for earliness in the tomato. *Genetics*, 39(4):488-505, 1954.
- CAMPOS, J.P. Aspectos teóricos e aplicados da heterose em jiló (*Solanum gilo* Raddi). Piracicaba, ESALQ, 1973. 88p. Tese Doutorado.
- CHENG, S.S. Avaliação de algumas características agronômicas em híbridos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill). Viçosa, UFV, 1972. 36p. Tese Mestrado.
- CURRENCE, T.M.; LARSON, R.E. & VIRTA, A.A. A comparison of six tomato varieties as parents of F<sub>1</sub> lines resulting from fifteen possible crosses. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 45:349-52, 1944.
- HAYMAN, B.I. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, 10:235-44, 1954a.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39:789-809, 1954b.
- IKUTA, H. Vigor de híbrido na geração F<sub>1</sub> em berinjela *Solanum melongena* L. Piracicaba, ESALQ, 1961. 41p. Tese Doutorado.
- JINKS, J.L. A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel crosses. *Heredity*, 9:223-38, 1955.
- JINKS, J.L. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics*, 39:767-88, 1954.
- JINKS, J.L. The F<sub>2</sub> and backcross generations from a set of diallel crosses. *Heredity*, 10:1-20, 1956.
- JINKS, J.L. & HAYMAN, B.I. The analysis of diallel crosses. *Maize Genet. Newslet.*, 27:48-54, 1953.
- KHANNA, K.R. & CHAUDHARY, R.C. The nature of gene action and combining ability for some vegetative characters in tomato. *Euphytica*, 23(1):159-65, 1974.
- PATERNIANI, E. Estudos recentes sobre heterose. São Paulo, Fundação Cargill, 1974. 36p. (Boletim, 1).
- POWERS, L. Gene recombination and heterosis. In: GOWEN, J.W., ed. *Heterosis*. Ames, Iowa State College Press, 1952.
- RICK, C.M. & BUTLER, L. Cytogenetics of the tomato. *Adv. Genet.*, 8:267-382, 1956.
- VIEGAS, G.P. & MIRANDA FILHO, J.B. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E., ed. *Melhoramento e produção de milho no Brasil*. Piracicaba, ESALQ, 1978. p.257-309.