

II. GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS

ANÁLISE DIALÉLICA DA CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE CULTIVARES DE TOMATEIRO ⁽¹⁾

ANTONIO TEIXEIRA DO AMARAL JÚNIOR ⁽²⁾,
VICENTE WAGNER DIAS CASALI ⁽²⁾, CARLOS ALBERTO SCAPIM ⁽³⁾,
DERLY JOSÉ HENRIQUES DA SILVA ⁽²⁾ e COSME DAMIÃO CRUZ ⁽³⁾

RESUMO

Os cultivares de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Ângela I.5100, Floradade, IPA-05, IPA-06, Jumbo e Santa Clara, e os 15 possíveis híbridos F₁s foram avaliados quanto à produção de frutos comerciáveis (PFC), espessura média da polpa (EMP), número médio de lóculos por fruto (NML) e teor de sólidos solúveis (TSS), com o objetivo de identificar parentais e híbridos promissores para programas de melhoramento. A análise dialélica, com base no método de Griffing, revelou a predominância dos efeitos gênicos não aditivos para o caráter PFC, ao contrário de EMP, enquanto NML acusou equivalência para os efeitos aditivos e não aditivos. Em decorrência das estimativas da capacidade geral de combinação (G_i) os cultivares Ângela I.5100, IPA-05 e IPA-06 são indicados para o desenvolvimento de programas de melhoramento.

Termos de indexação: tomateiro, *Lycopersicon esculentum* Mill., análise dialélica, capacidade combinatória, heterose.

ABSTRACT

DIALLEL ANALYSIS OF THE COMBINING ABILITY OF TOMATO CULTIVARS

The tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars Ângela I.5100, Floradade, IPA-05, IPA-06, Jumbo and Santa Clara and their diallelic crosses were evaluated for commercial fruit weight (CFW), average thickness of the pulp (ATP), average number of loculi per fruit (NLF) and content of soluble solids (CSS). The objective was to identify the superior progenitors and the promising hybrids for plant breeding programs. The diallel analysis based on Griffings Methodology, showed a prevailing non-additive genic effects for CFW, the opposite being observed for ATP meanwhile NLF showed an equal value for additive and non-additive effects. Based on general

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 13 de março e aceito em 26 de setembro de 1995.

⁽²⁾ Departamento de Fitotecnia/UFV - 36570-000 Viçosa (MG).

⁽³⁾ Departamento de Biologia Geral/UFV - 36570-000 Viçosa (MG).

combining ability estimates, the cultivars Ângela I.5100, IPA-05 and IPA-06, are indicated to plant breeding programs.

Index terms: tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill., diallel analysis, combining ability, heterosis.

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é de grande importância econômica para o Brasil, por destacar-se, dentre as hortaliças, pelo maior volume de produção no País. No entanto, por ser uma espécie autógama e suas populações, em geral, apresentarem diversidade reduzida, é de esperar que os métodos de melhoramento intrapopulacionais não possibilitem ganhos genéticos satisfatórios (Melo, 1987).

Nesse contexto, a alternativa importante do melhoramento genético é recorrer ao desenvolvimento de um programa de hibridação, possibilitando a recombinação da variabilidade existente, para produzir novos cultivares adaptados às diversas finalidades (Ramalho et al., 1993).

Para que haja sucesso deste programa, é imprescindível que se conheça, a "priori", o comportamento das populações disponíveis, "per se", e em combinações híbridas. Nesse sentido, sistemas de cruzamentos dialélicos se mostram bastante eficientes para avaliar os cultivares, pois, além de indicar os melhores híbridos, auxiliam na escolha de parentais mais promissores para serem utilizados no programa de hibridação (Cruz & Regazzi, 1994).

Desse modo, os objetivos deste trabalho foram: (a) avaliar, por meio de cruzamentos dialélicos, as capacidades geral e específica de combinação de seis cultivares de tomate; e (b) indicar possíveis combinações híbridas superiores.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se seis cultivares de tomate, escolhidos por suas características morfoagronômicas divergentes, a saber: 1: Jumbo (Agrocere); 2: Santa Clara (IAC); 3: IPA-05 (IPA); 4: Ângela I.5100 (IAC); 5: IPA-06 (IPA); 6: Floradade (importada) - e os 15 possíveis híbridos F₁s entre elas, sem considerar os recíprocos. Os seis parentais e os 15

híbridos F₁s foram avaliados em delineamento em blocos casualizados completos, com quatro repetições, na Horta do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (MG), sendo a parcela constituída por oito plantas úteis.

Efetuarão-se sete colheitas, em intervalos de sete dias, tendo sido avaliadas as seguintes características:

a) produção média de frutos comerciáveis (PFC): expressa em g/fruto, obtida pela razão entre a massa e o número de frutos comerciáveis de cada genótipo. Para tanto, adotaram-se os valores de diâmetro transversal superiores a 40 mm como quantificadores dos frutos comerciáveis;

b) espessura média da polpa (EMP): expressa em mm, correspondente à espessura média do pericarpo de cinco frutos de cada parcela, sendo tomadas duas medidas por fruto;

c) número médio de lóculos por fruto (NML): obtido pela contagem do número médio de lóculos de uma amostra de cinco frutos de cada parcela;

d) teor de sólidos solúveis (TSS): expresso em °Brix, obtido pela amostra do extrato de cinco frutos de cada parcela, por meio de um refratômetro manual, por ocasião da segunda colheita.

A análise dialélica foi realizada de acordo com o Método 2 (inclusão de pais e F₁s), Modelo 1 (adotando-se o genótipo como fixo), como definido por Griffing (1956).

Na análise estatística, utilizaram-se os recursos computacionais do Programa GENES, desenvolvido pelo Setor de Genética do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios da análise da variância (dados não apresentados) para os caracteres PFC,

EMP e **NML** evidenciaram diferenças significativas, pelo teste F, ao nível de 1%, entre os genótipos, enquanto o caráter **TSS** se apresentou não significativo. Isso denota a ocorrência de variabilidade genética entre os genótipos para os caracteres **PFC**, **EMP** e **NML**, de fundamental importância para determinar as estimativas do controle genético envolvido.

A decomposição da soma de quadrados para tratamentos em capacidades geral e específica de combinação, respectivamente CGC e CEC, bem como as médias dos quadrados dos efeitos para cada caráter avaliado, com exceção do **TSS**, encontram-se no quadro 1. Por essa análise, constata-se que os valores dos quadrados médios referentes à CGC e à CEC foram significativos, em $\alpha = 0,01$, pelo teste F, indicando que os efeitos gênicos aditivos

Quadro 1. Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), da capacidade específica de combinação (CEC) e do erro, e média dos quadrados dos efeitos para três caracteres de tomate, de acordo com o Método 2, Modelo 1, de Griffing (1956)

FV	GL	Quadrados médios (¹)		
		PFC	EMP	NML
CGC	5	128,7174**	0,0902**	4,4845**
CEC	15	514,4635**	0,0148**	0,3024**
ERRO	60	15,3557	0,0029	0,0763
Média dos quadrados dos efeitos		PFC	EMP	NML
(1/5) Σg_i^2		3,5425	0,0027	0,1377
(1/15) Σs_{ij}^2		124,7770	0,0030	0,0560
σ 100 ²		15,3557	0,0029	0,0760

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

(¹)PFC: produção média de frutos comerciáveis; EMP: espessura média da polpa; NML: número médio de lóculos por fruto.

e não aditivos estão envolvidos no controle dos caracteres, o que permite antever a possibilidade de obtenção de novos cultivares fixados ou híbridos, a partir desses genótipos.

Constata-se, no quadro 1, que os quadrados médios da CGC foram maiores do que os correspondentes à CEC para **EMP** e **NML**, ao contrário do verificado para **PFC**. Em relação às médias dos quadrados dos efeitos, houve nítida predominância dos efeitos gênicos não aditivos envolvidos na expressão do caráter **PFC**, expresso pela comparação entre os valores 124,7770 e 3,5425, denotando que a estratégia de melhoramento interpopulacional, via exploração da heterose, poderá proporcionar maiores ganhos do que a praticada de forma intrapopulacional. Ao contrário, para o caráter **NML**, predominaram efeitos gênicos aditivos (0,1377 em relação a 0,0560); em decorrência, a melhor estratégia a ser adotada é a respectiva utilização em programas de melhoramento intrapopulacionais, particularmente a seleção massal com ou sem teste de progênies. Para **EMP**, são igualmente importantes os efeitos aditivos e não aditivos, visto que as médias dos quadrados dos efeitos praticamente se equivalem, com a ocorrência dos valores 0,0027 e 0,0030. Isso retrata que os parentais podem ser utilizados em programas de melhoramento tanto intra- quanto interpopulacionais.

As estimativas dos efeitos da CGC (G_i) dos parentais para os três caracteres e o desvio-padrão (DP) entre dois parentais quaisquer encontram-se no quadro 2. A esse respeito, Vencovsky (1970) preconiza que altas estimativas de G_i , em valores absolutos, ocorrem em geral para genótipos cujas freqüências de alelos favoráveis são consistentemente maiores ou menores do que a freqüência média dos alelos favoráveis em todos os genótipos testados. Não obstante, Sprague & Tatum (1942) afirmam ainda que tais valores são indicativos da importância dos genes que são predominantemente aditivos em seus efeitos. Assim sendo, as linhagens parentais com maiores valores de CGC poderão ser incluídas em programas de melhoramento genético cujo objetivo seja a seleção de novas linhagens puras em gerações avançadas, no caso de espécies autógamas (Melo, 1987; Miranda et al., 1988; Cruz & Regazzi, 1994).

Quadro 2. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (G_i) para três caracteres de seis cultivares de tomate e desvios-padrão (DP) dos efeitos de dois parentais diferentes

Cultivares	Efeitos (¹)		
	PFC	EMP	NML
1. Jumbo	-2,3526	0,0400	-0,0237
2. Santa Clara	-0,5930	0,0400	-0,3391
3. IPA-05	-0,1627	-0,0057	-0,0116
4. Ângela I.5100	3,1730	0,0450	-0,3060
5. IPA-06	1,4058	0,0074	-0,0200
6. Floradade	-1,4705	-0,0748	0,7007
DP ($G_i - G_j$)	0,9800	0,0130	0,0700

(¹) PFC: produção média de frutos comerciáveis; EMP: espessura média da polpa; NML: número médio de lóculos por fruto.

Nesse aspecto, considerando o caráter **PFC**, constatou-se - Quadro 2 - que apenas os cultivares Ângela I.5100 e IPA-06 apresentaram valores positivos de G_i , respectivamente 3,1730 e 1,4058, o que indica uma tendência de aumento da contribuição genética para produção média de frutos comerciáveis nos cruzamentos de que participam. Por outro lado, o 'Jumbo' mostrou alto valor negativo de G_i , denotando, por conseguinte, redução na contribuição do caráter **PFC** quando em combinações híbridas.

Com relação ao caráter **EMP** (Quadro 2), destacaram-se os progenitores Ângela I.5100, Jumbo e Santa Clara, por exibir as maiores estimativas de G_i , com valores respectivos de 0,0450, 0,0400 e 0,0400, sendo, portanto, promissores para obtenção de frutos com médias superiores, enquanto Floradade e IPA-05 apresentaram-se menos viáveis para tal finalidade, uma vez que acusaram as menores magnitudes de G_i , respectivamente, -0,0748 e -0,0057.

Para o caráter **NML** (Quadro 2), apenas o 'Floradade' registrou valor positivo para G_i , de mag-

nitude 0,7007. Por conseguinte, caso se adote o caráter massa média por lóculo como a razão entre **PFC** e **NML**, pode-se supor que programas de melhoramento intrapopulacionais com vistas a aumentar a massa média por lóculo seriam pouco apropriados para o genótipo em questão, tendo em vista a proporcionalidade inversa que se verifica, nesta situação, entre os caracteres massa média por lóculo e **NML**.

Em vista dos resultados, os cultivares Ângela I.5100 e IPA-06 seriam os preferidos para inclusão em programas de melhoramento genético intrapopulacionais, em decorrência das maiores estimativas de G_i apresentadas. Não obstante, esses genótipos poderiam também ser recombinados para a obtenção de híbridos promissores ou de segregantes superiores em gerações avançadas.

No quadro 3, encontram-se as estimativas dos efeitos da CEC (s_{ij} e s_{ij}) e os desvios-padrão (DP) relativos aos efeitos dos F_1 s com e sem parental comum e entre dois parentais. A esse respeito, Cruz & Vencovsky (1989) relataram que os valores de s_{ij} encerram grande significado genético, tanto no sinal quanto na magnitude relativa. Os autores mostraram que, nos modelos aditivo-dominantes, o estimador s_{ij} é uma medida de divergência genética do parental i com relação à média dos demais parentais considerados no dialelo. Quanto maior o valor absoluto de s_{ij} , maior será a divergência genética do parental em questão em relação aos demais parentais componentes do dialelo. Quando s_{ij} for negativo, preconizam os autores, a heterose em relação à média dos parentais manifestada nos híbridos em relação ao parental i será, em média, positiva. Em outras palavras, pode-se afirmar que quando s_{ij} for negativo, o parental i contribuirá para o valor positivo da heterose. Quando s_{ij} for positivo, ocorrerá o contrário; todavia, quando s_{ij} for zero ou próximo desse valor, a divergência genética do parental i em relação aos demais parentais será pequena ou nula, e a heterose presente nos híbridos do parental i também será zero ou próximo deste.

Percebe-se, no quadro 3, que, à exceção do parental 6 (Floradade), todos os demais s_{ij} foram negativos para o caráter **PFC**, e na quase totalidade com expressiva magnitude em valores absolutos.

Com base na interpretação de Cruz & Vencovsky (1989), isso reflete uma proeminente divergência genética entre os parentais quanto ao caráter considerado, o que é de fundamental importância para futuros programas de melhoramento. Ademais,

Quadro 3. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (s_{ii} e s_{ij}) para três caracteres de tomate e desvios-padrão (DP) dos efeitos de dois F₁s com e sem parental comum e entre dois parentais

Efeitos (s_{ii} e s_{ij}) (¹)	Caracteres avaliados (²)		
	PFC	EMP	NML
1 x 1	-6,5737	0,0183	-0,0658
1 x 2	1,2966	-0,0209	0,3324
1 x 3	-4,5266	-0,0145	-0,1950
1 x 4	-1,7373	-0,0270	-0,2007
1 x 5	7,4327	0,0128	-0,0515
1 x 6	10,6821	0,0130	0,2466
2 x 2	-2,9710	-0,0521	-0,3351
2 x 3	7,6947	0,0211	0,0553
2 x 4	-16,1520	-0,0513	0,1466
2 x 5	14,0731	0,0515	0,1288
2 x 6	-0,9705	0,1038	0,0069
3 x 3	-10,4804	0,0125	-0,2151
3 x 4	23,3927	0,0900	0,2541
3 x 5	-0,6141	-0,1020	0,0683
3 x 6	-4,9857	-0,0198	0,2474
4 x 4	-6,6769	-0,0274	-0,1016
4 x 5	12,9821	-0,0145	0,2946
4 x 6	-5,1315	0,0576	-0,2912
5 x 5	-14,6557	0,0633	-0,3981
5 x 6	-4,5623	-0,0744	0,3559
6 x 6	2,4840	-0,0401	-0,2828
DP ($s_{ii} - s_{jj}$)	1,9593	0,0269	0,1381
DP ($s_{ij} - s_{ik}$)	2,5919	0,0356	0,1827
DP ($s_{ij} - s_{kl}$)	2,3996	0,0329	0,1691

(¹) 1: Jumbo; 2: Santa Clara; 3: IPA-05; 4: Ângela I.5100; 5: IPA-06; 6: Floradade. (²) PFC: produção média de frutos comestíveis; EMP: espessura média da polpa; NML: número médio de lóculos por fruto.

pode-se inferir também que o 'Floradade' tenderá a expressar, em média, valores negativos da heterose quando em combinações híbridas, concordando com os resultados do quadro 4.

Em alusão ao caráter **EMP** (Quadro 3), constatou-se que os parentais 1 (Jumbo), 3 (IPA-05) e 5 (IPA-06) mostraram valores positivos de s_{ii} , enquanto 2 (Santa Clara), 4 (Ângela I.5100) e 6 (Floradade) exibiram valores negativos, favorecendo a hipótese da ocorrência de dominância bidirecional, como aventado por Cruz & Vencovsky (1989). Outrossim, em virtude das baixas magnitudes dos valores de s_{ij} constatadas para o caráter **EMP** (Quadro 3), esperar-se-iam valores heteróticos pequenos ou negativos, o que de fato coincidiu com os resultados obtidos para a heterose percentual (Quadro 4), comprovando a confiabilidade da análise efetuada.

Para o caráter **NML**, todos os progenitores apresentaram valores de s_{ij} negativos e de baixa magnitude, conforme quadro 3. Isso indica a possibilidade de aumentos na média do caráter em híbridos de tais progenitores, o que condiz com as heteroses obtidas, que foram, em sua maioria, positivas, como se pode constatar no quadro 4.

Em relação à CEC para o caráter **PFC** (Quadro 3), nota-se que os maiores efeitos, em ordem decrescente, foram manifestados nos híbridos 3 x 4 (IPA-05 x Ângela I.5100), 2 x 5 (Santa Clara x IPA-06), 4 x 5 (Ângela I.5100 x IPA-06), 1 x 6 (Jumbo x Floradade), 2 x 3 (Santa Clara x IPA-05) e 1 x 5 (Jumbo x IPA-06). Utilizando a premissa de Griffing (1953), pode-se afirmar que esses híbridos são muito melhores do que o esperado com base na CGC dos parentais, a qual foi negativa para os genótipos Jumbo, Santa Clara, IPA-05 e Floradade, com valores de -2,3526, -0,5930, -0,1627 e -1,4705, porém, positiva para Ângela I.5100 e IPA-06, respectivamente, 3,1730 e 1,4058 (Quadro 2).

Sobre a discriminação híbrida, Griffing (1956) preconizou que a melhor combinação deve ser aquela com maior s_{ij} , cujos parentais apresentem alta CGC. Assim sendo, as melhores combinações híbridas para os parentais de tomate avaliados, em

relação ao caráter **PFC**, serão representadas apenas pelas associações 3 x 4 (IPA-05 x Ângela I.5100), 2 x 5 (Santa Clara x IPA-06), 4 x 5 (Ângela I.5100 x IPA-06) e 1 x 5 (Jumbo x IPA-06), por conterem pelo menos um parental com elevada magnitude de CGC, no caso, Ângela I.5100 e IPA-06, além de média elevada de massa (Quadro 4).

Para o caráter **EMP** (Quadro 3), o maior efeito positivo de s_{ij} foi apresentado pelo híbrido 2 x 6 (Santa Clara x Floradade), com o valor 0,1038, enquanto 3 x 5 (IPA-05 x IPA-06) mostrou a menor magnitude de s_{ij} , ou seja, -0,1020.

A amplitude da variação dos efeitos da CEC para o caráter **NML** foi pequena, 3,54 vezes maior do que o desvio-padrão, assemelhando-se ao obtido por Melo (1987) para o mesmo caráter em um diálo com tomate. A combinação 5 x 6 (IPA-06 x Floradade) mostrou maior efeito de s_{ij} , com valor de 0,3559, enquanto 4 x 6 (Ângela I.5100 x Floradade) apresentou a menor magnitude, -0,2912. Nesse aspecto, a pequena variação observada nos efeitos da CEC para **NML** pode ser explicada pela pequena dispersão das médias existentes entre os cultivares parentais, todos variando de 2 a 4 lóculos por fruto (Quadro 4).

Quadro 4. Médias dos caracteres **PFC**, **EMP** e **NML** (¹) dos parentais e heterose percentual dos híbridos da combinação dialélica. Viçosa (MG), 1994

Genótipos (²)	PFC		EMP		NML	
	Médias	Heteroses	Médias	Heteroses	Médias	Heteroses
	g/fruto	%	mm/fruto	%	n. ^o /fruto	%
1	92,7050	-	0,8800	-	2,8500	-
2	99,8270	-	0,8080	-	1,9500	-
3	93,1780	-	0,6800	-	2,7250	-
4	103,6530	-	0,8450	-	2,2500	-
5	92,1399	-	0,8600	-	2,5250	-
6	103,5270	-	0,5920	-	4,0820	-
1 x 2	102,3349	6,3044	0,8400	-0,4739	2,9330	22,2083
1 x 3	96,9420	4,3043	0,7500	-3,8461	2,7330	-1,9551
1 x 4	103,0670	4,9786	0,8400	-2,6087	2,4330	-4,5882
1 x 5	110,4700	19,5271	0,8420	-3,2183	2,8680	6,7162
1 x 6	110,8430	12,9713	0,7600	3,2608	3,8870	12,1465
2 x 3	110,9229	14,9431	0,7850	5,5107	2,6680	14,1390
2 x 4	90,4120	-11,1342	0,8150	-1,3914	2,4650	17,3809
2 x 5	118,8700	23,8442	0,8800	5,5155	2,7330	22,1452
2 x 6	110,9499	-0,7150	0,8500	21,4285	3,3320	10,4774
3 x 4	130,3869	32,4862	0,8600	12,7868	2,9000	16,5829
3 x 5	104,6129	12,9010	0,6300	-18,1818	3,0000	14,2857
3 x 6	97,6499	-1,0040	0,6300	-0,9433	3,9000	14,5879
4 x 5	121,5449	24,1556	0,8200	-3,8123	2,9320	22,8062
4 x 6	100,5550	-2,9298	0,8100	12,7348	3,0670	-3,1269
5 x 6	99,3570	1,5572	0,6400	-11,8457	4,0000	21,0837

(¹) PFC: produção média de frutos comerciáveis; EMP: espessura média da polpa; NML: número médio de lóculos por fruto.

(²) 1: Jumbo; 2: Santa Clara; 3: IPA-05; 4: Ângela I.5100; 5: IPA-06; 6: Floradade.

Com base no caráter **PFC**, pode-se inferir que os cruzamentos 3 x 4 (IPA-05 x Ângela I.5100) e 2 x 5 (Santa Clara x IPA-06) têm alto potencial para avançar até a homozigose, com posterior seleção de linhagens fixadas, baseando-se nos seguintes fatos: (a) as combinações híbridas apresentaram expressivas estimativas de s_{ij} ; (b) o cultivar Ângela I.5100 exibiu maior efeito de G_i ; e (c) os significativos efeitos heteróticos constatados nas combinações em questão.

4. CONCLUSÕES

1. Os efeitos gênicos não aditivos predominaram na expressão do caráter produção média de frutos comerciáveis, ao contrário de espessura média da polpa, enquanto, para número médio de lóculos por fruto, os efeitos aditivos e não aditivos foram igualmente importantes;

2. Os cultivares Ângela I.5100 e IPA-06 são os indicados para programas de melhoramento genético intrapopulacionais;

3. Os cruzamentos Ângela I.5100 x IPA-05 e Santa Clara x IPA-06 têm alto potencial para gerar populações superiores, com posterior seleção de linhagens fixadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, C.D. & REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa, Universidade Federal, 1994. 390p.
- CRUZ, C.D. & VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, **12**:425-438, 1989.
- GRIFFING, B. *Analysis of tomato yield components in terms of genotypic and environmental effects*. Ames, Iowa State College, 1953. p.327-379. (Research Bulletin, 397)
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*, Melbourne, **9**:462-493, 1956.
- MELO, P.C.T. *Heterose e capacidade combinatória em um cruzamento dialélico parcial entre seis cultivares de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Piracicaba, 1987. 108p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - ESALQ/USP, 1987.
- MIRANDA, J.E.C.; COSTA, C.P da & CRUZ, C.D. Análise dialélica em pimentão. I. Capacidade combinatória. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, **11**:431-440, 1988.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. & ZIMMERMAN, M.J.O. *Genética quantitativa aplicada em plantas autógamas: aplicação ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia, Universidade Federal de Goiânia, 1993. 271p.
- 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**:923-932, 1942.
- VENCOVSKY, R. *Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades*. Piracicaba, 1970. 59p. Tese (Livre-Docência em Genética e Melhoramento de Plantas) - ESALQ/USP, 1970.