

CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO E HETEROSE EM MARACUJAZEIRO AMARELO

COMBINING ABILITY AND HETEROISIS IN YELLOW PASSION FRUIT

Cláudia Garcia NEVES¹; Juan Paulo Xavier de FREITAS²;
Alírio José da CRUZ NETO³; Leandro Ribeiro dos SANTOS³;
Onildo Nunes de JESUS⁴; Carlos Alberto da Silva LEDO⁴; Eder Jorge de OLIVEIRA^{4*}

1. Mestrando, Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Cruz das Almas, BA, Brasil; 2. Doutorando, Ciências Agrárias - UFRB, Cruz das Almas, BA, Brasil; 3. Estudante de Licenciatura em Biologia - UFRB, Cruz das Almas, BA, Brasil; 4. Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, Brasil. eder.oliveira@embrapa.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar a capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação, bem como a heterose relacionada à produtividade e qualidade de frutos de maracujazeiro amarelo. Onze parentais foram cruzados em esquema de dialelo parcial (6 x 5). Os parentais e seus híbridos foram avaliados para as características: produtividade (PROD); número de frutos por parcela (NF); massa média de frutos (MF); rendimento de suco (REND); produtividade de suco (PRUSC) e teor de sólidos solúveis totais (SST). Foram observadas diferenças significativas para CGC, apenas dentro do grupo de parentais para todas as características, à exceção de PROD. Por outro lado, para CEC observou-se diferença significativa para todas as características. Dentre os componentes heteróticos, a heterose específica apresentou-se como mais expressiva, indicando presença de dominância e divergência genética entre alguns parentais dos dois grupos. Observou-se que os híbridos com maior heterose não foram os de maior média para a maioria das características. Como as interações que envolvem efeitos dominantes não são herdáveis, depreende-se que a exploração do uso de híbridos é uma estratégia viável no maracujazeiro amarelo, considerando a maioria das características relacionadas ao potencial produtivo e de qualidade de frutos.

PALAVRAS CHAVE: *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg. Melhoramento. Dialelo parcial. Efeitos gênicos.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) é uma planta essencialmente alogama por apresentar autoincompatibilidade do tipo homomórfica e esporofítica (BRUCKNER et al., 1995). Essa alogamia favorece o emprego de vários métodos de melhoramento de forma a aumentar a frequência de alelos favoráveis ou exploração do vigor híbrido (BRUCKNER et al., 2005). Entretanto, a escolha de um ou outro método de melhoramento deve ser feita de modo a maximizar os ganhos genéticos por unidade de tempo, tendo em vista os altos custos envolvidos nos programas de melhoramento. Neste sentido, os parâmetros genéticos têm papel fundamental por permitir a identificação da natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e assim avaliar a eficiência das diferentes estratégias de melhoramento.

A predominância da ação gênica aditiva indica que métodos intrapopulacionais de melhoramento são os mais indicados. Por outro lado, se a herança é predominantemente dominante ou sobredominante, então as melhores estratégias são baseadas em procedimentos interpopulacionais, visando explorar a heterose. Embora o uso da

análise de cruzamentos dialélicos forneça a melhor e mais completa informação sobre o comportamento de parentais em combinações híbridas, por permitir a estimação de diferentes componentes da variância genotípica e determinação da ação gênica predominante (CRUZ et al., 2004), esta estratégia tem sido pouco utilizada na cultura do maracujazeiro amarelo.

De modo geral, a escolha dos melhores parentais somente a partir da observação de características desejáveis não assegura a obtenção de híbridos e progênies com elevada frequência de interesse. Desta forma, o progresso genético oriundo dos cruzamentos entre parentais selecionados apenas com base no fenótipo poderá ser aleatório e de difícil repetibilidade (JUNG et al., 2007). Para solucionar este problema, os delineamentos genéticos, especialmente os dialelos têm particular importância, uma vez que o potencial dos parentais para os programas de melhoramento é determinado pela capacidade geral de combinação e por isso o melhorista pode selecionar aqueles que mostrem características superiores nas combinações híbridas (FIDELIS et al., 2010).

Vários métodos são utilizados para estimar a capacidade geral de combinação (CGC); porém, um dos mais empregados é o de Griffing (1956), que

gera informações a respeito da concentração de genes predominantemente aditivos em seus efeitos (relacionados à CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC). A capacidade geral de combinação de um parental corresponde ao desvio de seu desempenho médio em combinações híbridas. Quando existe predominância de CGC, observa-se predominância dos efeitos genéticos aditivos. Por outro lado, a CEC é estimada como desvio do comportamento em relação ao que seria esperado com base na CGC. Assim, a CEC avalia a contribuição dos efeitos não aditivos, dominância ou epistasia, na expressão dos caracteres (CRUZ et al., 2004).

As estimativas de CGC e CEC são úteis na escolha das melhores combinações de parentais para cruzamentos e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na expressão de características de interesse (BERTAN et al., 2009). Estas informações podem ser utilizadas para a predição dos ganhos obtidos por seleção e com isso permitir uma orientação mais efetiva dos programas de melhoramento, além de predizer o sucesso do esquema seletivo adotado e possibilitar a escolha de técnicas alternativas que possam ser mais eficazes para o aumento dos ganhos em características de maior importância para a cultura do maracujazeiro.

Diante do exposto, os objetivos deste trabalho foram determinar as capacidades geral e específica de combinação, a heterose e os componentes genéticos aditivos e não aditivos relacionados a características produtivas e de qualidade de frutos em genótipos de maracujazeiro amarelo, avaliados em cruzamento dialélico parcial.

MATERIAL E MÉTODOS

Onze parentais de maracujazeiro amarelo foram divididos em dois grupos contrastantes em relação à produtividade e qualidade de frutos, sendo o Grupo 1 constituído pelos parentais femininos (GP09-01, GP09-02, GP09-03, GP09-04, GP09-05 e GP09-06) e o Grupo 2 pelos masculinos (GP09-07, GP09-08, GP09-09, GP09-10 e GP09-11). Destes cruzamentos foram obtidas 30 combinações híbridas em esquema de dialelo parcial.

O experimento foi conduzido em área de produção, no município de Cruz das Almas - Bahia (12°48'38"S e 39°6'26"W), em delineamento de blocos casualizados com três repetições e 41 tratamentos (11 parentais e 30 híbridos), com parcela de quatro plantas. O plantio das mudas foi realizado em novembro de 2009, em espaçamento de 2,6 m entre linhas e 3,7m entre plantas. Utilizou-se o sistema de condução em espaldeira vertical,

com um fio de arame liso nº12, a 2 m de altura do solo.

As avaliações dos genótipos foram efetuadas durante todo o ciclo de produção da cultura, embora a colheita dos frutos para as análises físico-químicas concentrou-se no período de abril a junho de 2010. As características avaliadas foram: 1) produtividade de frutos em t.ha⁻¹ (PROD); 2) número de frutos por parcela (NF); 3) massa média de frutos (MF), em gramas; 4) rendimento de suco (REND), mensurado pela relação entre o volume de suco/massa do fruto x 100; 5) produtividade de suco em t.ha⁻¹ (PRUSUC), mensurado pela relação rendimento x produtividade t.ha⁻¹; e 6) teor de sólidos solúveis totais (SST) mensurado em refratômetro portátil RTA-50 (Instrutherm).

A adaptação proposta por Miranda Filho e Geraldi (1984) ao modelo de Gardner e Eberhart (1966), foi utilizada para maior detalhamento da heterose no esquema de dialelo parcial, em que a soma de quadrados de tratamentos é decomposta em soma de quadrados associadas aos efeitos de grupos, da heterose e do contraste entre grupos. Além disso, a heterose nos híbridos foi obtida decompondo a soma de quadrados em heterose média, heterose atribuída aos vários genótipos dentro de cada grupo e heterose específica (Cruz et al., 2004), conforme o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha d + \frac{1}{2}(v_i + v'_j) + \theta(\bar{h} + h_i + h'_j + s_{ij}) + \bar{\epsilon}_{ij}$$

, em que Y_{ij} é a média do cruzamento envolvendo o i -ésimo progenitor do Grupo 1 e o j -ésimo progenitor do Grupo 2; Y_{i0} é a média do i -ésimo progenitor do Grupo 1 ($i = 0, 1, 2 \dots, n1$), com $\alpha = 1$ e $\theta = 0$; Y_{0j} é a média do j -ésimo progenitor do Grupo 2 ($j = 0, 1, 2 \dots n2$), com $\alpha = -1$ e $\theta = 0$; μ : constante associada ao modelo; d : medida da diferença entre médias dos dois grupos; v_i : efeito do i -ésimo progenitor do Grupo 1; v'_j : efeito do j -ésimo progenitor do Grupo 2; \bar{h} : efeito da heterose média; h_i : efeito da heterose atribuído ao i -ésimo progenitor do Grupo 1; h'_j : efeito da heterose atribuído ao j -ésimo progenitor do Grupo 2; s_{ij} : efeito da heterose específica resultante do cruzamento entre parentais de ordem i e j , dos Grupos 1 e 2, respectivamente; $\bar{\epsilon}_{ij}$: erro experimental médio suposto $\sim N(0, \sigma^2)$.

A capacidade geral de combinação (CGC) também foi estimada para todas as variedades de acordo com Vencovsky e Barriga (1992): $g_i = \frac{1}{2}v_i + h_i$, para o Grupo (1), e $g_j = \frac{1}{2}v_j + h_j$, para o Grupo (2). As estimativas da heterose (H)

foram realizadas por meio de: $H = \bar{F}_1 - \bar{MP}$, em que: \bar{F}_1 = média do híbrido simples e \bar{MP} = média das linhagens parentais (FALCONER, 1981). A comparação das médias dos tratamentos foi realizada pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Genes (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou a existência de variabilidade entre os parentais e híbridos para todas as características (Tabela 1). Por outro lado, Jung et al. (2007) observaram diferenças importantes entre progênies de maracujazeiro doce (*P. alata* Curtis), avaliadas em dialelo parcial apenas para a características REND. As demais características (espessura da casca, sólidos solúveis e massa do fruto e polpa) apresentaram apenas pequenas variações não significativas, demonstrando que os genitores utilizados no dialelo

são bastante similares. As observações de Jung et al. (2007) reforçam que muito embora não tenha sido observada significância do contraste entre média de Grupos (G1 vs G2) para as características avaliadas (Tabela 1), os parentais utilizados no presente trabalho apresentam alto potencial para o desenvolvimento de híbridos ou de populações segregantes de maracujazeiro amarelo.

A fonte de variação genótipos foi desdobrada em efeitos de capacidade geral e específica de combinação e no contraste entre as médias dos dois grupos de parentais (G1 vs G2). Embora não haja diferenças significativas entre as médias do contraste dos grupos (G1 vs G2), observa-se que os híbridos foram ligeiramente superiores aos parentais dos dois grupos para as características PROD, NF, MF e PRSUC (Tabela 1). Estas observações preliminares indicam a presença de heterose para aspectos produtivos e de qualidade de frutos resultante de desvios de dominância positivos e negativos (Tabela 2).

Tabela 1. Análise de variância, média geral, dos parentais, híbridos, bem como coeficiente de variação experimental (CVe%) para as características agrônômicas: produtividade de frutos em t.ha⁻¹ (PROD); número de frutos por parcela (NF); massa média de frutos (MF); rendimento de suco (REND); produtividade de suco em t.ha⁻¹ (PRSUC) e teor de sólidos solúveis (SST) avaliados em parentais e híbridos de maracujazeiro amarelo.

FV ¹	GL	Quadrados Médios					
		PROD	NF x 1000	MF	REND	PRSUC	SST
Genótipos	40	75,08**	107,94**	2402,05**	109,36**	27,07**	3,88**
G1 vs G2 (d)	1	23,25 ^{ns}	70,39 ^{ns}	1011,86 ^{ns}	65,38 ^{ns}	2,06 ^{ns}	0,03 ^{ns}
CGC G1	5	56,21 ^{ns}	170,80**	5562,82**	104,60*	15,48*	3,13*
CGC G2	4	54,15 ^{ns}	147,25**	6046,63**	221,24**	40,84**	15,14**
Heterose (CEC)	30	82,74**	93,48**	1435,65**	96,71**	28,00**	2,63*
Heterose média (\bar{h})	1	370,80**	79,19 ^{ns}	7156,14**	1,70 ^{ns}	38,94**	1,37 ^{ns}
Het. Varietal G1	5	84,76*	170,76**	816,79 ^{ns}	61,40 ^{ns}	21,94**	3,72*
Het. Varietal G2	4	56,80 ^{ns}	66,87*	593,87 ^{ns}	99,60*	19,91**	1,94 ^{ns}
Het. Específica	20	73,02**	80,20**	1472,69*	109,70**	30,58**	2,56*
Resíduo médio	80	31,58	28,12	735,9	38,48	5,35	1,42
CVe(%)		16,57	16,39	11,47	22,1	24,4	9,19
Média Geral		33,9	1022,59	236,49	28,06	9,47	12,98
Média Parentais		31,09	983,9	223,57	28,26	8,74	13,15
Média Híbridos		34,93	1036,78	241,23	27,99	9,74	12,91

¹:G1 e G2 = parentais dos Grupos 1 e 2, respectivamente; CGC e CEC = capacidade geral e específica de combinação, respectivamente. *, ** : Significativo a 5 e a 1%, respectivamente pelo teste F; ns: não significativo.

Tabela 2. Estimativas dos efeitos da CGC entre parentais dos Grupos 1 (CGC1) e 2 (CGC2) para produtividade de frutos (PROD); número de frutos por planta (NF); massa média de frutos (MF); rendimento de suco (REND); produtividade de suco (PRSUC) e teor de sólidos solúveis (SST).

Parental G1	CGC 1					
	PROD	NF	MF	REND	PRSUC	SST
GP09-01	-0,249	124,240	-26,918	0,899	0,122	0,163
GP09-02	0,034	9,347	-2,897	2,092	0,819	0,231
GP09-03	2,556	48,726	6,604	-0,058	0,638	-0,235
GP09-04	-1,930	-87,467	5,416	1,666	0,215	0,418
GP09-05	-0,148	-19,283	3,157	-2,944	-1,141	-0,517
GP09-06	-0,263	-75,563	14,637	-1,654	-0,652	-0,060
Parental G2	CGC 2					
	PROD	NF	MF	REND	PRSUC	SST
GP09-07	-1,981	-83,681	5,050	0,820	-0,285	0,046
GP09-08	1,068	101,122	-15,494	4,408	2,033	0,827
GP09-09	-0,278	15,735	-4,854	-2,011	-0,894	0,100
GP09-10	-0,230	11,760	-6,496	-1,317	-0,610	-1,138
GP09-11	1,423	-44,935	21,792	-1,902	-0,245	0,165

Detectou-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre a CGC do Grupo 1 (CGC1) e do Grupo 2 (CGC2) para todas as características, à exceção de PROD, indicando a presença de variância genética aditiva semelhante quando estes dois grupos de parentais são combinados. Para CEC observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) para todas as características (Tabela 1). Resultados contraditórios foram observados por Jung et al. (2007) ao analisarem dialelo parcial de maracujazeiro doce, na qual nenhum efeito significativo foi detectado para capacidade específica de combinação, indicando que a alta similaridade genética dos parentais podem afetar o vigor híbrido em maracujazeiro, considerando o alto grau de parentesco ao utilizar progênies de meios-irmãos para este tipo de estudo. Por outro lado, em maracujazeiro amarelo, Gonçalves et al. (2009), demonstraram maior importância dos efeitos de dominância para as características número de frutos, espessura de casca e número de dias para o florescimento, indicado inclusive a presença de efeitos de sobredominância.

Quando a heterose é significativa, a variância das frequências gênicas entre os parentais é suficientemente grande em pelo menos parte dos locos com dominância, e neste caso os parentais são divergentes para esses locos. As estimativas da heterose média (\bar{h}), que corresponde à média dos desvios dos híbridos, demonstraram predominância dos efeitos da dominância unilateral para PROD, MF e PRSUC (Tabela 1). Estes resultados abrem a possibilidade para a exploração dos efeitos

heteróticos para os caracteres associados à produção e qualidade de frutos em maracujazeiro amarelo, por meio da formação de híbridos. Este mesmo comportamento foi observado em cajueiro para características produtivas e de altura de plantas (CAVALCANTI et al., 2000).

A heterose dos parentais apresentou significância dentro do Grupo 1 para PROD e SST, dentro do Grupo 2 para REND, e para ambos os grupos para NF e PRSUC. Isto indica que deve existir uma alta dispersão dos genes favoráveis nos locos que exibem dominância nos parentais utilizados nos cruzamentos, além de alta variabilidade das respostas heteróticas nos dois grupos para características distintas. Em relação à heterose específica, houve significância para todas as características, indicando haver diferenças significativas entre as frequências alélicas, em todos os parentais, nos locos que expressam dominância ou diferenças nos graus de complementação dos parentais.

As estimativas de CGC dependem da diferença genética dos parentais e do efeito médio de substituição alélica no outro grupo, que estão associadas aos efeitos aditivos. Estes efeitos parecem ser mais importante para as características NF, MF, REND, PRSUC e SST no maracujazeiro amarelo, embora a presença de alta CEC também seja evidenciada para estas características. Entretanto, a CEC que está em função dos efeitos de dominância e do produto das diferenças de frequências alélicas dos parentais de grupos opostos (VENCOVSKY, 1987; HALLAUER; MIRANDA

FILHO, 1988), é mais importante para a característica PROD neste conjunto de parentais (Tabela 1).

Em relação à CGC, observou-se que a maioria dos parentais apresentou maiores contribuições para uma ou mais características (Tabela 2). O parental GP09-03 do Grupo 1, e o GP09-11 do Grupo 2, destacaram-se quanto às estimativas de CGC para PROD. Para NF, os parentais GP09-01 e GP09-08 dos Grupos 1 e 2, respectivamente; apresentaram os maiores efeitos da CGC. Os parentais GP09-06 e GP09-11, dos Grupos 1 e 2, respectivamente, contribuiriam para aumento da massa dos frutos, enquanto que os parentais GP09-02 e GP09-08, dos Grupos 1 e 2, apresentaram maiores efeitos e positivos para REND e PRSUC. Para SST, merece destaque os parentais GP09-04 e GP09-08, dos Grupos 1 e 2 (Tabela 2). Estes resultados indicam que para características produtivas, os parentais GP09-01 e GP09-03 do Grupo 1 e GP09-08 e GP09-11 do Grupo 2 possuem maior frequência de alelos favoráveis. Por outro lado, para qualidade de frutos os parentais GP09-02, GP09-04 e GP09-06 do Grupo 1 e GP09-08 e GP09-11 do Grupo 2 são mais importantes.

As melhores combinações híbridas são aquelas com maior $\hat{\sigma}_{ij}$, de forma que baixos valores absolutos de $\hat{\sigma}_{ij}$ indicam que os híbridos comportaram-se como o esperado com base na CGC dos parentais, enquanto altos valores demonstram que o comportamento de um cruzamento particular é relativamente melhor ou pior que o esperado com base na CGC dos parentais. Assim, de acordo com as estimativas de CEC para PROD, os híbridos que mais se destacaram foram H09-05 (GP09-05 x GP09-07) e H09-10 (GP09-04 x GP09-08) (Tabela 3). Para fins de melhoramento, combinações híbridas com elevadas estimativas de CEC e que envolvam pelo menos um genitor com alta CGC são de interesse. Portanto, considerando este critério, o híbrido H09-10 tende a ser mais promissor pela elevada CGC apresentada pelo genitor GP09-08.

Os híbridos H09-05, H09-06, H09-08, H09-10, H09-13 e H09-15 apresentaram as maiores estimativas de CEC (>106,87), para NF. Já para MF, as combinações híbridas H09-02, H09-16, H09-19 e H09-21, apresentaram alta CEC (Tabela 3). Importante destacar que os híbridos com maiores estimativas de CEC para PROD, apresentaram baixas estimativas de CEC para MF (-0,13 para o híbrido H09-05 e -0,54 para H09-10), o que indica que combinações híbridas com alto potencial produtivo podem estar associadas a menor massa de

frutos. Em relação à característica REND, os híbridos H09-05, H09-10, H09-15, H09-20 e H09-23 apresentaram maior CEC. Contudo, merecem destaque para os híbridos H09-10 (GP09-04 x GP09-08) e H09-20 (GP09-02 x GP09-10), com alta CGC em pelo menos um dos parentais. À exceção do híbrido H09-23, todos os que se destacaram para REND, também o foram para PRSUC, especialmente os híbridos H09-20 e H09-15, com pelo menos um dos parentais de alta CGC. Por outro lado, as maiores CEC para SST foram observadas nos híbridos H09-03, H09-10, H09-20 e H09-23 (Tabela 3).

O desdobramento do efeito da CEC em heterose média, heterose varietal (genótipos dentro de cada grupo), foi realizada para todas as características (Tabela 1). Para PROD houve efeito significativo ($P < 0,05$) para heterose média, heterose varietal do Grupo 1 (G1) e heterose específica. Para NF, foram observados efeitos significativos ($P < 0,05$) para heterose varietal de ambos os grupos, bem como para heterose específica. Para MF os efeitos significativos foram observados apenas para heterose média e específica. Significância para heterose varietal do Grupo 2 (G2) e heterose específica, foi verificada para REND. Por outro lado, outro atributo de qualidade do fruto (SST) apresentou significância no desdobramento da heterose apenas para heterose varietal do Grupo 1 (G1) e heterose específica. A única característica que apresentou significância para todos os componentes do desdobramento da CEC foi PRSUC (Tabela 1).

De acordo com estes desdobramentos, verifica-se que os parentais do Grupo 1 apresentaram efeito heterótico para PROD e SST, enquanto os do Grupo 2 para REND. Para PRSUC, ambos os grupos apresentaram efeitos heteróticos importantes para a expressão do caráter. Parentais com maior efeito de heterose varietal são mais divergentes ou seus alelos apresentam maiores desvios de dominância, comparadas àquelas de menor efeito heterótico.

A significância do efeito de heterose específica para todas as características analisadas demonstrou que os efeitos não alélicos com interação epistática são importantes quando os parentais de maracujazeiro amarelo avaliados são combinados. Neste caso, as interações que envolvem efeitos dominantes em um ou ambos os grupos não são herdáveis. Entretanto, podem ser perfeitamente exploradas no melhoramento quando o objetivo é a produção de híbridos e não precisamente a geração de populações para posterior extração de linhagens ou compostos.

Tabela 3. Estimativas dos efeitos da CEC (\hat{s}_{ij}) entre parentais dos Grupos 1 e 2 de maracujazeiro amarelo para produtividade em t.ha⁻¹ (PROD); número de frutos por parcela (NF); massa média de frutos (MF); rendimento de suco (REND); produtividade de suco (PRSUC) e teor de sólidos solúveis totais (SST).

Parentais e Híbridos ¹	PROD	NF	MF	REND	PRSUC	SST
H09-01 (1 x 7)	2,91	85,84	-0,37	-0,80	0,91	0,37
H09-02 (2 x 7)	-8,10	-238,00	1,03	-3,64	-3,69	-0,84
H09-03 (3 x 7)	-0,04	-89,30	-0,54	3,19	1,23	1,03
H09-04 (4 x 7)	-3,88	-46,30	-0,68	-1,73	-2,36	-0,35
H09-05 (5 x 7)	6,24	181,10	-0,13	6,43	4,17	-0,53
H09-06 (6 x 7)	2,86	106,90	0,69	-3,46	-0,26	0,33
H09-07 (1 x 8)	-8,73	-336,00	0,06	-2,00	-3,73	-0,57
H09-08 (2 x 8)	3,31	236,90	-0,46	0,19	1,60	-0,24
H09-09 (3 x 8)	-2,46	-66,30	0,00	-4,68	-2,46	-0,18
H09-10 (4 x 8)	8,69	177,40	-0,57	15,49	8,91	1,51
H09-11 (5 x 8)	-2,99	-70,30	0,65	-10,14	-4,47	-1,21
H09-12 (6 x 8)	2,18	58,17	0,32	1,13	0,15	0,68
H09-13 (1 x 9)	3,56	214,40	-0,54	-0,82	0,57	0,52
H09-14 (2 x 9)	3,48	-9,99	-0,18	0,58	1,02	0,53
H09-15 (3 x 9)	0,10	183,10	-0,68	7,61	2,69	0,63
H09-16 (4 x 9)	0,35	-52,40	0,91	-5,39	-2,06	-0,75
H09-17 (5 x 9)	1,55	-108,00	0,24	-3,43	-0,65	-0,44
H09-18 (6 x 9)	-9,05	-227,00	0,26	1,45	-1,56	-0,49
H09-19 (1 x 10)	1,60	34,95	0,96	0,17	0,58	-0,81
H09-20 (2 x 10)	0,93	-71,00	-0,88	6,15	2,54	1,05
H09-21 (3 x 10)	3,08	-1,39	1,14	-7,15	-1,83	-0,50
H09-22 (4 x 10)	-2,48	59,70	0,29	-4,60	-2,36	-0,61
H09-23 (5 x 10)	-4,85	-91,50	-1,49	5,25	0,40	1,76
H09-24 (6 x 10)	-0,18	69,22	-0,02	0,18	0,67	-0,89
H09-25 (1 x 11)	0,66	0,72	-0,12	3,45	1,66	0,49
H09-26 (2 x 11)	0,37	82,23	0,49	-3,28	-1,47	-0,50
H09-27 (3 x 11)	-0,69	-26,10	0,08	1,02	0,37	-0,98
H09-28 (4 x 11)	-2,68	-138,00	0,05	-3,77	-2,13	0,21
H09-29 (5 x 11)	0,05	88,77	0,74	1,89	0,56	0,41
H09-30 (6 x 11)	2,29	-7,18	-1,25	0,69	1,00	0,37

¹Os números em parênteses referem-se a ordem dos genótipos parentais, por exemplo (1x 7) = GP09-01 x GP09-07, e assim por diante.

Os valores de heterose nos cruzamentos variaram em magnitude e sinal (Tabelas 4 e 5). Para PROD, destacam-se os híbridos H09-03, H09-08 e H09-17, que superaram a média dos parentais em mais de 51%. Os híbridos H09-13, H09-14 e H09-10 foram os mais produtivos (>41,51 t.ha⁻¹), embora tenham apresentado menor heterose (6,67; 3,86 e

5,33 t.ha⁻¹, respectivamente), em comparação com H09-03, H09-08 e H09-17 (Tabela 4).

Para NF, os híbridos H09-03, H09-07, H09-08 e H09-17 superaram os parentais em pelo menos 35%. Dentre estes híbridos, o H09-08 apresentou alta média para o caráter (1462,59 frutos), demonstrando que é possível explorar o vigor híbrido para aumento no número de frutos por

planta em maracujazeiro amarelo. Por outro lado, os híbridos H09-04, H09-06 e H09-18 foram superiores em pelo menos 26% aos parentais para

MF, sendo o H09-06 um dos mais produtivos (Tabela 4).

Tabela 4. Heterose dos híbridos, bem como superioridade em relação à média dos parentais (%) para as características produtividade (PROD); número de frutos por parcela (NF) e massa média de frutos (MF).

Híbridos	PROD			NF			MF		
	\bar{X}	t.ha ⁻¹	%	\bar{X}	Nº	%	\bar{X}	g	%
H09-01 (1x7)	36,88 a	9,56	35,01	1240,38 b	309,66	33,27	210,04 b	0,55	8,52
H09-02 (2x7)	26,06 b	0,15	0,52	750,22 c	19,31	1,86	245,43 a	0,51	7,26
H09-03 (3x7)	34,16 a	15,92	62,20	830,89 c	652,07	72,31	290,05 a	0,58	8,30
H09-04 (4x7)	27,25 b	8,16	28,02	806,40 c	250,22	24,26	237,65 b	1,84	28,77
H09-05 (5x7)	37,25 a	5,84	18,48	1025,88 c	253,71	26,65	254,87 a	-0,50	-6,05
H09-06 (6x7)	33,06 a	-1,67	-6,02	889,23 c	-129,75	-14,75	261,60 a	1,67	26,09
H09-07 (1x8)	29,18 b	11,97	40,66	1056,00 c	476,65	48,35	205,68 b	-0,28	-4,09
H09-08 (2x8)	41,41 a	15,62	60,05	1462,59 a	312,23	36,69	201,36 b	0,66	9,55
H09-09 (3x8)	35,69 a	7,27	24,62	1091,28 c	28,79	2,94	228,93 b	-0,28	-4,46
H09-10 (4x8)	43,75 a	5,33	16,65	1267,50 b	219,76	24,39	242,62 a	-0,17	-2,07
H09-11 (5x8)	31,96 b	0,82	2,47	1011,90 c	-222,84	-21,15	223,60 b	-0,23	-3,22
H09-12 (6x8)	36,32 a	0,64	1,82	1077,90 c	-68,42	-5,90	233,13 b	-0,16	-2,10
H09-13 (1x9)	41,51 a	6,67	21,08	1553,90 a	263,46	25,71	189,73 b	-0,17	-2,28
H09-14 (2x9)	41,62 a	3,86	10,97	1163,31 b	-143,47	-12,43	252,27 a	1,42	20,29
H09-15 (3x9)	38,29 a	-1,30	-3,45	1288,29 b	-130,46	-12,14	209,53 b	-0,91	-10,19
H09-16 (4x9)	35,46 a	0,16	0,58	985,33 c	-25,24	-3,04	253,33 a	0,43	7,17
H09-17 (5x9)	36,55 a	14,95	51,89	921,68 c	329,90	35,19	280,83 a	0,07	1,01
H09-18 (6x9)	25,13 b	10,09	39,77	740,25 c	182,59	22,75	242,33 a	2,21	34,08
H09-19 (1x10)	37,28 a	1,46	5,05	1281,52 b	72,24	7,75	203,91 b	1,36	23,09
H09-20 (2x10)	36,80 a	-0,12	-0,38	1009,33 c	-88,16	-10,34	254,92 a	-0,14	-1,78
H09-21 (3x10)	39,00 a	6,01	19,22	1010,84 c	30,92	3,11	269,64 a	0,72	10,12
H09-22 (4x10)	30,36 b	-1,00	-3,02	1004,46 c	-89,02	-8,09	211,87 b	1,03	13,41
H09-23 (5x10)	27,88 b	7,03	23,8	845,38 c	-44,38	-4,59	233,36 b	1,29	16,97
H09-24 (6x10)	33,63 a	-5,17	-15,65	943,60 c	-250,15	-22,83	249,42 a	-0,67	-9,60
H09-25 (1x11)	37,45 a	-1,65	-4,65	1205,67 b	-32,20	-3,17	217,53 b	0,29	3,25
H09-26 (2x11)	37,34 a	1,06	3,30	1120,98 b	-57,16	-6,04	235,80 b	1,65	22,24
H09-27 (3x11)	36,33 a	2,61	7,74	944,52 c	25,54	2,43	269,80 a	0,80	10,10
H09-28 (4x11)	31,26 b	-5,15	-17,00	764,73 c	-177,24	-19,32	286,53 a	1,41	17,89
H09-29 (5x11)	33,88 a	-0,18	-0,52	984,00 c	-103,36	-9,87	241,47 a	0,89	12,25
H09-30 (6x11)	35,30 a	-0,99	-2,73	825,60 c	-142,03	-14,68	299,77 a	-1,60	-17,34

¹Os números em parênteses referem-se a ordem dos genótipos parentais, por exemplo (1x7) = GP09-01 x GP09-07, e assim por diante.

Tabela 5. Heterose dos híbridos, bem como superioridade em relação à média dos parentais (%) para as características rendimento de suco (REND); produtividade de suco (PRSUC) e sólidos solúveis totais (SST).

Híbridos	REND			PRSUC			SST		
	\bar{X}	% suco	%	\bar{X}	t.ha ⁻¹	%	\bar{X}	°Brix	%
H09-01 (1x7)	31,10 c	2,81	9,93	11,51 a	3,71	47,54	13,60 a	0,39	2,94
H09-02 (2x7)	29,51 d	2,63	8,41	7,84 b	0,64	7,01	12,78 a	-1,06	-7,43
H09-03 (3x7)	34,12 b	-3,57	-12,19	11,67 a	2,93	39,25	13,99 a	-0,10	-0,76
H09-04 (4x7)	32,92 b	-2,16	-7,26	8,85 b	1,36	15,67	12,72 a	-0,32	-2,70
H09-05 (5x7)	35,16 a	0,63	2,13	12,94 a	1,86	19,81	12,40 b	-0,26	-1,86
H09-06 (6x7)	23,71 g	0,09	0,29	7,84 b	-0,37	-4,47	13,00 a	-0,10	-0,74
H09-07 (1x8)	33,90 b	4,92	15,20	9,82 a	6,49	67,74	13,24 a	-0,01	-0,05
H09-08 (2x8)	29,58 d	-2,06	-6,76	12,43 a	3,91	49,67	13,96 a	0,63	4,76
H09-09 (3x8)	30,25 c	3,93	12,75	10,93 a	3,84	42,28	13,36 a	2,27	19,93

H09-10 (4x8)	36,27 a	-5,98	-19,58	15,68 a	-0,75	-7,62	15,16 a	-0,52	-3,87
H09-11 (5x8)	22,59 g	6,77	24,74	7,24 b	2,52	27,55	12,30 b	1,34	10,58
H09-12 (6x8)	32,30 b	-0,08	-0,27	11,20 a	0,41	3,87	13,92 a	-0,38	-2,76
H09-13 (1x9)	25,70 f	4,83	17,04	10,38 a	3,55	40,27	13,55 a	0,30	2,29
H09-14 (2x9)	28,35 d	-9,51	-33,05	11,77 a	-2,55	-25,40	13,95 a	0,29	2,56
H09-15 (3x9)	33,16 b	-1,83	-6,42	12,35 a	-0,93	-8,67	13,39 a	-1,43	-10,78
H09-16 (4x9)	23,90 g	6,35	23,91	8,36 b	1,60	22,05	12,12 b	-1,26	-9,01
H09-17 (5x9)	19,93 h	24,60	83,25	7,33 b	14,45	167,60	12,29 b	0,09	0,59
H09-18 (6x9)	23,25 g	-3,65	-13,26	5,75 b	1,46	21,15	11,97 b	-2,30	-15,94
H09-19 (1x10)	27,56 e	-2,45	-8,76	10,05 a	-0,41	-5,06	11,43 b	-1,05	-8,36
H09-20 (2x10)	34,78 b	-2,11	-7,62	12,93 a	-0,76	-8,61	13,68 a	-1,47	-10,06
H09-21 (3x10)	19,27 h	11,55	48,94	7,49 b	5,70	78,62	11,47 b	0,35	2,86
H09-22 (4x10)	25,54 f	-3,99	-15,03	7,72 b	-1,38	-15,97	11,47 b	-0,84	-6,42
H09-23 (5x10)	29,46 d	-4,66	-18,95	8,03 b	0,43	6,28	13,70 a	-0,20	-1,60
H09-24 (6x10)	22,84 g	4,43	17,72	7,64 b	-0,10	-1,17	10,78 b	3,12	29,44
H09-25 (1x11)	30,05 c	0,58	2,35	11,26 a	-0,51	-5,75	13,53 a	0,53	4,17
H09-26 (2x11)	24,57 f	-4,74	-16,66	9,06 b	-1,34	-14,61	12,93 a	-0,42	-3,09
H09-27 (3x11)	26,66 e	0,87	2,76	9,82 a	0,64	6,09	11,80 b	-0,59	-4,04
H09-28 (4x11)	25,59 f	-6,19	-21,01	8,08 b	-3,08	-34,90	13,09 a	-1,88	-13,57
H09-29 (5x11)	25,32 f	-7,04	-23,55	8,33 b	-2,43	-24,09	13,16 a	-1,17	-9,76
H09-30 (6x11)	22,57 g	-7,02	-23,71	8,10 b	-2,68	-24,85	12,85 a	-1,14	-8,15

¹Os números em parênteses referem-se a ordem dos genótipos parentais, por exemplo (1 x 7) = GP09-01 x GP09-07, e assim por diante.

Em relação à heterose para REND, observaram-se altas estimativas em relação à média dos parentais para os híbridos H09-17 e H09-21, de 83,25% e 48,94% respectivamente (Tabela 5). Entretanto, estes genótipos apresentaram os piores desempenhos para esta característica (em torno de 19% de rendimento de suco), o que evidentemente não os credencia a serem futuramente recomendados para cultivo. Os híbridos mais promissores para REND foram o H09-05 e H09-10, com 35,16 e 36,27% de rendimento de suco. Porém, observou-se um pequeno ganho em relação aos genitores (2,13%) para H09-05 e redução para o híbrido H09-10 (-19,58%).

Para PRSUC, os híbridos H09-07, H09-21 e H09-17 apresentaram estimativas de 67,74; 78,62 e 167,60% de superioridade em relação à média dos parentais (Tabela 5). Embora os híbridos H09-08, H09-05 e H09-10, tenham superados os parentais de forma moderada (19,81 e 49,67%, respectivamente), enquanto os híbridos H09-15, H09-20 e H09-10 tenham apresentado pequenas reduções de médias em relação aos parentais (-8,69; -8,61 e -7,62%, respectivamente), estes seis híbridos apresentaram altos valores para o caráter PRSUC (>12,35 t.ha⁻¹), o que os torna altamente interessantes, sobretudo para a indústria de processamento de suco.

Para a característica SST, os híbridos H09-09, H09-11 e H09-24 apresentaram entre 10,58 a 29,44% de superioridade da heterose em relação à média dos parentais, embora apenas o H09-09

apresente alta média para este caráter (13,36 °Brix). O híbrido com maior SST (H09-10) apresentou heterose negativa (-3,87%).

Observou-se que nem sempre os híbridos com maior heterose foram superiores, tendo em vista que a superioridade de um híbrido depende tanto da quantidade de locos em heterozigose como da média dos parentais.

As estimativas dos efeitos dos parentais (v_i e v'_j) de cada grupo são apresentadas na Tabela 6. O efeito *per se* de um parental em particular, é indicativo de sua superioridade ou inferioridade em termos da frequência de alelos favoráveis. Os parentais que apresentaram os maiores efeitos, e portanto maior concentração de alelos favoráveis foram: Grupo 1 - GP09-02 (REND), GP09-03 (PROD e NF), GP09-04 (SST), GP09-06 (MF e PRSUC); e Grupo 2 - GP09-08 (NF, REND e SST) e GP09-11 (PROD, MF e PRSUC). Estes parentais são, portanto, considerados os que possuem maior frequência de genes favoráveis para capacidade produtiva e de qualidade de frutos de maracujazeiro amarelo.

Considerando os efeitos da heterose varietal (h_i e h'_j) (Tabela 6), observa-se que nenhum grupo de parentais destacou-se quanto aos efeitos heteróticos de maneira uniforme e padronizada. A heterose varietal de um genitor em dialelo é definida como a diferença entre a média das heteroses de todos os seus híbridos e a heterose média do dialelo (Vencovsky & Barriga, 1992).

Tabela 6. Estimativas dos efeitos de genótipos (v_i e v'_j) e heterose (h_i e h'_j) do dialelo parcial 6x5, envolvendo 11 parentais e 30 híbridos de maracujazeiro amarelo para os caracteres agrônômicos produtividade de frutos (PROD); número de frutos por parcela (NF); massa média de frutos (MF); rendimento de suco (REND); produtividade de suco (PRSUC) e teor de sólidos solúveis (SST).

Parental	PROD		NF		MF		REND		PRSUC		SST	
	v_i	h_i	v_i	h_i	v_i	h_i	v_i	h_i	v_i	h_i	v_i	h_i
GP09-01	-4,94	4,00	-17,70	239,56	-31,49	-20,11	2,02	-0,20	-0,68	0,83	0,36	-0,03
GP09-02	-4,12	3,77	-119,19	124,10	-4,84	-0,86	4,28	-0,09	0,14	1,35	-0,31	0,70
GP09-03	7,11	-1,79	228,32	-117,79	-1,18	12,95	0,14	-0,23	2,03	-0,68	-0,77	0,26
GP09-04	-5,39	1,38	-215,86	36,83	11,46	-0,56	-1,43	4,28	-1,78	1,99	1,90	-0,96
GP09-05	2,92	-2,89	110,77	-134,41	0,23	5,48	-7,36	1,32	-1,79	-0,44	-1,95	0,83
GP09-06	4,43	-4,46	13,64	-148,29	25,83	3,11	2,34	-5,09	2,09	-3,05	0,77	-0,80
Erro Padrão	0,53	0,35	1,02	0,69	1,72	1,16	2,68	1,80	7,81	5,24	1,54	1,03
Grupo II	v'_j	h'_j	v'_j	h'_j	v'_j	h'_j	v'_j	h'_j	v'_j	h'_j	v'_j	h'_j
GP09-07	-2,44	-1,28	-79,55	-73,17	-0,87	9,14	-2,61	3,54	-1,40	0,70	-0,26	0,29
GP09-08	0,99	0,96	132,38	58,22	-21,42	-7,97	3,35	4,56	1,34	2,27	1,93	-0,23
GP09-09	-5,88	4,43	-137,35	140,68	-14,58	4,06	-0,65	-2,81	-2,09	0,26	0,62	-0,35
GP09-10	1,18	-1,37	121,59	-81,73	-20,34	6,12	0,24	-2,40	0,36	-1,32	-3,19	0,76
GP09-11	6,14	-2,75	-37,07	-44,00	57,21	-11,36	-0,34	-2,89	1,79	-1,90	0,90	-0,47
Erro Padrão	0,52	0,33	1,00	0,65	1,69	1,09	2,62	1,69	7,66	4,94	1,51	0,97

Assim, para as características cujos efeitos de \bar{h} foram significativas, observou-se que os parentais GP09-01 e GP09-02 do Grupo 1 e GP09-09 do Grupo 2 apresentaram maior efeito heterótico para PROD. Por outro lado, os parentais com maiores efeitos de heterose varietal para MF foram GP09-03 (Grupo 1) e GP09-07 (Grupo 2), enquanto para PRSUC foram GP09-02 e GP09-04 (Grupo 1) e GP09-087 (Grupo 2) (Tabela 6). Estes parentais contribuíram de forma significativa para o aumento das características PROD, MF e PRSUC, devendo possuir frequências alélicas contrastantes em relação às frequências alélicas médias dos outros parentais, nos locos com dominância. De modo geral, tanto parentais de um grupo quanto de outro contribuíram positiva ou negativamente para uma mesma característica. Assim, ainda é possível realocar parentais entre os dois grupos, considerando estes efeitos.

Observou-se também que as características produtivas e de qualidade de frutos de maracujazeiro avaliadas apresentam grande complexidade, dificultando a seleção de plantas para estes caracteres, principalmente porque os efeitos aditivos e dominantes estão presentes e influenciam de forma expressiva a manifestação de todas as características avaliadas. Assim, não obstante a obtenção de híbridos, o método de seleção recorrente interpopulacional pode ser utilizado para aumentar gradativamente a frequência de genes favoráveis nas populações, simultaneamente para os caracteres de interesse, de forma a gerar populações melhoradas para obtenção de novas combinações híbridas.

CONCLUSÕES

A CGC é importante na expressão fenotípica de híbridos de maracujazeiro amarelo para a maioria das características produtivas e de qualidade de frutos avaliadas. Por outro lado, a CEC é um importante componente genético para todas as características avaliadas, embora possua maior importância para PROD.

A heterose específica apresenta-se como o efeito mais expressivo, entre os componentes heteróticos, indicando presença de considerável divergência genética entre os grupos de maracujazeiro amarelo, para todas as características avaliadas.

A combinação GP09-04 x GP09-08 foi mais promissora para obtenção de híbridos com alta produtividade, enquanto a combinação GP09-02 x GP09-10 destacou-se para obtenção de híbridos com melhor qualidade de frutos, sobretudo para REND, PRSUC e SST.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro à pesquisa e concessão das bolsas de estudo.

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the general (GCA) and specific combining ability (SCA), as well as the heterosis related to yield and fruit quality of yellow passion-fruit. Eleven progenitors were crossed in partial diallel scheme (6 x 5). Progenitors and hybrids were evaluated for: fruit productivity (FP); number of fruits per plot (NF); average fruit weight (FW); juice yield (JY); juice productivity per area (JPA) and total soluble solids (TSS). Significant differences were observed for GCA only within the group of progenitors for all characteristics, except for FP. However, for SCA, significant differences were observed for all characteristics. Among the heterotic components, the specific heterosis was the most important, pointing out the presence of dominance and genetic divergence among some progenitors of both groups. In many cases, it was also observed that the hybrids with high heterosis showed medium to low average for the traits. Since interactions with dominant effects are not inherited, the exploration of heterosis is a feasible strategy of yellow passion-fruit considering the most traits related to yield potential and fruit quality.

KEYWORDS: *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg. Breeding. Partial diallel. Gene effects.

REFERÊNCIAS

BERTAN, I.; BERTANI, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; BENINII, G.; VIEIRA, E. A.; VALÉRIO, I. P. Morphological, pedigree, and molecular distances and their association with hybrid wheat performance. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 155-163, 2009.

BRUCKNER, C. H.; SUASSUNA, T. de M. F.; RÊGO, M. M.; NUNES, E. S. Auto-incompatibilidade do maracujá - implicações no melhoramento genético. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p. 315-338.

BRUCKNER, C. H.; CASALI, V. W. D.; MORAES, C. F. de; REGAZZI, A. J.; SILVA, E. A. M. da. Self-incompatibility in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). **Acta Horticulturae**, Espírito Santo, v. 370, p. 45-57, 1995.

CAVALCANTI, J. J. V.; PINTO, C. A. B. P.; CRISÓSTOMO, J. R.; FERREIRA, D. F. Análise dialélica para avaliação de híbridos interpopulacionais de cajueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 1567-1575, 2000.

CRUZ, C. D. **Programa Genes-Estatística experimental e matrizes**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 285p.
CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 480p.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. 2.ed. London: Longman, 1981. 438 p.

FIDELIS, R. R.; MIRANDA, G. V.; FALUBA, J. S. Capacidade de combinação de populações de milho tropicais sob estresse de baixo nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, p. 358-366, 2010.

GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related population. **Biometrics**, Tucson, v. 22, p. 439-452, 1966.

GONÇALVES, G. M.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G.; BEZERRA NETO, F. V.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do; PEREIRA, T. N. S.; GONÇALVES, T. J. M. Genetic parameter estimates in yellow passion fruit based on Design I. **Brazilian Archives of Biology And Technology**, Curitiba, v. 52, p. 523-530, 2009.

GRIFFING, J. B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel systems. **Australian Journal of Biological Science**, Melbourne, v. 9, p. 463-493. 1956.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1988. 468p.

JUNG, M. S.; VIEIRA, E.A.; BRANCKER, A.; NODARI, R. O. Capacidade geral e específica de combinação de caracteres do fruto do maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Curtis). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 963-969, 2007.

MIRANDA FILHO, J. B.; GERALDI, I. O. An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 7, p. 677-688, 1984.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Tucson, v. 30, p. 507-512, 1974.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Eds.). **Melhoramento e produção do milho**. 2. Ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. P. 137-214.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.