

CRUZAMENTOS DIALÉLICOS EM CAFÉ CONILON¹

Maria Amélia Gava Ferrão²; Romário Gava Ferrão³; Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca⁴; Elaine Manelli Riva Souza⁵; Abraão Carlos Verdin Filho⁶; Paulo Sérgio Volpi⁶

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café) e Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper)

² Pesquisadora, D.Sc., Embrapa Café/Incaper, Vitória-ES, mferrao@incaper.es.gov.br

³ Pesquisador, D.Sc., Incaper, Vitória-ES, romario@incaper.es.gov.br

⁴ Pesquisador, D.Sc., Embrapa Café, Brasília-DF, aymbire.fonseca@embrapa.br

⁵ Pesquisadora, D.Sc., Incaper, Venda Nova do Imigrante, manelliriva@incaper.es.gov.br

⁶ Pesquisador, Especialista, Incaper, fem@incaper.es.gov.br

RESUMO: No desenvolvimento de cultivares, é imprescindível que se conheça, *a priori*, o comportamento dos genótipos disponíveis *per se* e em combinações híbridas. Neste trabalho, estudou-se a capacidade geral e específica de combinação de 10 progenitores e 45 híbridos de café Conilon para a característica produção de grãos, utilizando-se a metodologia de Griffing (1956). O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Sooretama, no delineamento estatístico de blocos casualizados. Os dados foram oriundos de quatro colheitas (anos). Em todos os anos verificou-se significância para a Capacidade Geral (CGC) e Específica de Combinação (CEC) e na análise conjunta também para as interações, indicando variabilidade genética entre os tratamentos e resposta diferenciada dos progenitores e das combinações híbridas frente aos anos. Os clones 24 e 149 apresentaram as maiores estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação. O clones 149 e 83 apresentaram as maiores estimativas médias de S_{ii} , podendo ser considerados, os mais divergentes. Maiores estimativas da capacidade específica envolveram as combinações híbridas com o progenitor de maior CGC (clone 149) e os clones mais divergentes.

Palavras-chave: *Coffea canephora*, Capacidade de Combinação, Divergência, Espírito Santo, Clones.

DIALLELIC CROSSINGS IN CONILON COFFEE

ABSTRACT: In the development of cultivars it is essential to know in advance the behavior of genotypes available in common and hybrid combinations. In this work, it was studied the ability of general and specific combination of 10 parents and 45 hybrids of Conilon coffee for the characteristic grain yield using the method of Griffing (1956). The experiment was carried out at the Experimental Farm of Sooretama, in a randomized block design. The data were from four harvests (years). In all the years there was significance for the General (GCC) and Specific Combining Capacity (SCC) and also for the analysis of the interaction indicating genetic variability among different treatments and response of parents and hybrid combinations for the years studied. The Clones 24 and 149 showed the highest estimates of the effects of GCC. The clones 149 and 83 had the highest mean estimates of S_{ii} , which may be the most divergent. Higher estimates of specific capacity involved the largest estimates of the hybrid combinations with the parent of higher SCC (clone 149) and the more divergent clones.

Key words: *Coffea canephora*, Combining Ability, Divergence, Espírito Santo, clones.

INTRODUÇÃO

Coffea canephora é a segunda espécie do gênero mais cultivada no mundo, representando cerca de 35-38% da produção e o Espírito Santo se destaca como o maior produtor brasileiro desta espécie, designada no Estado como café Conilon. Em 1985, a EMCAPA, hoje INCAPER iniciou o programa de melhoramento genético de café Conilon no Estado, visando disponibilizar aos cafeicultores materiais genéticos mais produtivos e com características agrônomicas desejáveis. Estas características, no entanto, podem ser identificadas e transferidas em programas de melhoramento que envolvam hibridações.

No desenvolvimento de cultivares é imprescindível que se conheça, *a priori*, o comportamento dos genótipos disponíveis *per se* e em combinações híbridas. Nesse contexto, dentre os métodos de análise genética disponíveis, o sistema de cruzamentos dialélicos mostra-se bastante eficiente para avaliar a capacidade combinatória e fornecer informações acerca da heterose varietal, progenitores a entrar em programas de melhoramento e estudos da ação gênica envolvidos na determinação do caráter (Ferrão, 1997). Cruzamentos dialélicos são definidos por muitos autores como sendo todos os possíveis cruzamentos dentro de determinado grupo de genótipos. A hibridação representa uma técnica muito importante para o melhoramento de plantas, uma vez que possibilita a recombinação da variabilidade disponível, permitindo a obtenção de novos materiais, geneticamente superiores. Assim, cruzamentos dialélicos tem sido amplamente utilizados como opção adicional para prover a indicação do potencial dos progenitores envolvidos em combinações híbridas e para permitir inferências de possibilidade de sucesso na seleção.

Entre os métodos propostos para análise dialélica, o de Griffing (1956) é o mais utilizado, devido a sua generalidade, uma vez que os parentais podem ser clones, linhas puras, linhas endogâmicas ou populações de autofecundação ou de cruzamento, considerando-se ainda as facilidades de análise e interpretação (Viana, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de cruzamentos dialélicos, a capacidade geral e específica de combinação e o comportamento de 10 genótipos de café Conilon em relação à variável produção de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

No ano de 2000, realizou-se o cruzamento controlado entre 10 clones selecionados no programa de melhoramento do Incaper, utilizando-se o esquema dialélico. Nos meses de maio a julho de 2001 foram colhidas as sementes híbridas de cada uma das plantas usadas como fêmeas nesses cruzamentos. Em fevereiro de 2002, os 45 híbridos, juntamente com os 10 genitores (pais e F1's, sem os recíprocos) foram plantados na Fazenda Experimental de Sooretama, município de Sooretama-ES, no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, 6 plantas/parcela e no espaçamento de 2,5 x 1,0m.

Avaliaram-se diferentes características, sendo que para este trabalho considerou-se apenas a produção de grãos (kg/planta) e dados de quatro colheitas, referentes aos anos de 2005, 2006, 2007 e 2008. Em função do desenvolvimento das plantas, após a colheita do ano de 2007, realizou-se a poda no café, deixando-se apenas uma haste/planta.

As análises dialélicas foram feitas pelo método proposto por Griffing (1956) e apresentadas por Cruz e Regazzi (1994), considerando tratamentos de efeito fixo, visto que os parentais foram escolhidos e não podem ser considerados como uma amostra ao acaso de uma população, e anos de efeito aleatório, na análise conjunta. Utilizou-se para as análises estatísticas o programa computacional Genes (Cruz, 2001), versão 2006.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância individual de cada ano (colheitas) mostrou diferenças significativas para Tratamentos (T) e a conjunta para efeito de T, Anos e a Interação entre T x Anos em nível de 1% de probabilidade pelo teste F. O coeficiente de variação foi 28,20%, demonstrando boa precisão experimental.

Os resultados das análises de variância do dialélico, pelo método de Griffing (1956), de cada ano (produção dos anos de 2005, 2006, 2007 e 2008) mostraram diferenças significativas para as fontes de variação Tratamentos (T), Capacidade Geral de Combinação (CGC) e Capacidade Específica de Combinação (CEC), caracterizando variabilidade genética entre os tratamentos e devido às ações aditiva e não aditiva dos genes, respectivamente. Na análise conjunta, verificaram-se diferenças para T, CGC, CEC e para as interações T x Anos, CGC x Anos e CEC x Anos. A ocorrência dessas significâncias indica que os efeitos gênicos aditivos e não aditivos estavam envolvidos no controle da característica avaliada e que houve resposta diferenciada da capacidade geral de combinação dos clones e das combinações híbridas frente aos anos.

A significância para CGC indica que os clones contribuem de maneira diferente nos cruzamentos nos quais participam. Enquanto, a significância para a CEC indica que os cruzamentos são heterogêneos, por exibirem comportamento diferente do que era esperado com base nos efeitos da CGC e que os clones estudados apresentam apreciável grau de complementação, uns com os outros, em relação às frequências dos alelos, nos locos com alguma dominância (Vencovsky & Barriga, 1992).

As estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação (g_i) podem ser observadas na Tabela 1. Os genitores 2 (Clone 3), 6 (Clone 24) e 7 (Clone 73) apresentaram estimativas positivas de g_i , para os quatro anos, indicando aumento da contribuição gênica para produção nos cruzamentos em que estão envolvidos. Estes genitores podem ser considerados promissores para serem usados em combinações híbridas, pois a capacidade combinatória é uma característica herdável. Para os genitores 4 (Clone 11) e 5 (Clone 23), as estimativas de g_i foram negativas em todos os anos, indicando redução na contribuição gênica para produção nos cruzamentos em que participam. Os demais genitores apresentaram valores positivos e negativos nos diferentes ambientes, indicando forte interação com os anos avaliados. Os genitores 6 (Clone 24) e 10 (Clone 149) apresentaram os maiores valores absolutos para g_i . Quando se tem altas estimativas de g_i , positivas ou negativas, o genitor em questão é muito superior ou inferior aos demais genitores incluídos no dialélico, com relação ao comportamento médio dos cruzamentos (Cruz & Regazzi, 2001).

As estimativas dos efeitos de capacidade específica de combinação para genitores (S_{ii}) e combinações híbridas (S_{ij}) são apresentadas na Tabela 2. Os genitores 2 (Clone 3) e 9 (Clone 110B) apresentaram estimativas negativas para todos os anos, indicando desvios de dominância no sentido de aumentar os valores da característica produção. O sinal negativo de S_{ii} indica a existência de desvios de dominância unidirecionais e, conseqüentemente, a manifestação de heterose positiva nas combinações híbridas de genitores divergentes (Cruz & Regazzi, 2001). Segundo os mesmos autores, a magnitude de S_{ii} é um indicativo da divergência genética do genitor i em relação à média dos outros genitores considerados no dialélico. Quanto maior for o valor absoluto de S_{ii} , maior será o efeito da heterose varietal, que é manifestada em todos os seus híbridos. Assim, pelos valores absolutos, os genitores 10 (clone 149), 8 (Clone 83), 4 (Clone 11), 5 (Clone 23) e 1 (Clone 2) apresentaram as estimativas médias de S_{ii} mais elevadas, podendo ser considerados, os mais divergentes em relação aos outros genitores envolvidos no dialélico. Por outro lado, as estimativas

de S_{ij} evidenciam a importância dos genes que exibem efeitos não aditivos. Na média dos quatro anos de avaliação, apresentaram os maiores valores positivos de S_{ij} , as combinações híbridas 8 x 10, 5 x 10, 1 x 8; 7 x 10, 3 x 10 e 2 x 10. No melhoramento, buscaram-se combinações híbridas com CEC mais favoráveis e que envolvam pelo menos um dos progenitores que tenha apresentado o mais favorável efeito da CGC, que no presente caso é o clone 149 (progenitor 10).

Tabela 1 – Estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação (g_i) para cada ambiente (anos) e para a média dos ambientes, considerando a característica produção (kg/planta) de café conilon. Fazenda Experimental de Sooretama-ES.

Genitores	Efeito de g_i				
	2005	2006	2007	2008	Média
1 (Clone 2)	-1.030	0.210	-0.508	-0.015	-0.335
2 (Clone 3)	0.610	0.590	0.810	0.940	0.740
3 (Clone 7)	-0.046	1.430	0.180	0.690	0.570
4 (Clone 11)	-0.681	-1.002	-0.390	-0.463	-0.634
5 (Clone 23)	-0.761	-1.029	-0.323	-0.920	-0.758
6 (Clone 24)	1.560	0.800	0.920	0.790	1.020
7 (Clone 73)	0.220	1.240	0.210	0.890	0.640
8 (Clone 83)	0.880	0.550	0.200	-0.364	0.320
9 (Clone 110B)	0.650	-0.328	0.300	0.120	0.190
10 (Clone 149)	-1.411	-2.466	-1.411	-1.667	-1.739

CONCLUSÕES

Verificaram-se que os efeitos gênicos aditivos e não aditivos estavam envolvidos no controle da característica produtividade de grãos e que houve resposta diferenciada da capacidade geral de combinação dos clones e das combinações híbridas nos diferentes anos. Os clones 24 e 149 apresentaram as maiores estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação. O clones 149 e 83 apresentaram as maiores estimativas médias de S_{ii} , podendo ser considerados, os mais divergentes. Maiores estimativas da capacidade específica envolveram as combinações híbridas com o progenitor de maior CGC (clone 149) e com os mais divergentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem de maneira especial aos técnicos Paulo H. Tragino e Maria do Socorro F. Leite pelo grande apoio e dedicação na condução e avaliação dos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, C.D. Programa Genes: versão Windows 2006. Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 648p, 2001.
- FERRÃO, M.A.G. Tolerância do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) ao frio: análise dialélica, divergência genética e correlação entre caracteres. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, 1997. 123p.
- FRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Austr. J. Biol. Sci.*, v.9, n.4, p. 463-493, 1956.
- VENCOVSKY, R., BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p.
- VIANA, J.M.S. The parametric restrictions of the Griffing diallel analysis model: combining ability analysis. *Genetics and Molecular Biology*, v.23, n.4, p.877-881, 2000.

Tabela 2 – Estimativas dos efeitos de capacidade específica de combinação (S_{ij} e S_{ii}) para cada ambiente (anos) e para a média dos ambientes, considerando a característica produção (kg/planta) de café conilon. Fazenda Experimental Sooretama-ES. Marilândia, ES. 2005 – 2008.

Genitores e Híbridos	Efeitos de S_{ij}				
	2005	2006	2007	2008	Média
1 (Clone 2)	1.360	2.170	0.680	2.050	1.570
2 (Clone 3)	-0.527	-0.098	-1.110	-0.227	-0.491
3 (Clone 7)	-1.923	0.270	-1.145	-0.309	-0.777
4 (Clone 11)	2.270	2.300	1.240	1.600	1.850
5 (Clone 23)	1.560	3.130	1.250	1.260	1.800
6 (Clone 24)	-0.313	0.560	-0.697	-0.744	-0.298
7 (Clone 73)	-1.678	0.200	-1.355	-1.046	-0.971
8 (Clone 83)	3.970	3.670	1.570	0.740	2.490
9 (Clone 110B)	-0.083	-0.098	-0.637	-0.579	-0.349
10 (Clone 149)	3.330	4.470	3.010	3.310	3.530
	Efeitos de S_{ii}				
1 x 2	-0.097	0.990	0.320	0.410	0.410
1 x 3	0.170	2.280	0.300	1.420	1.040
1 x 4	1.250	1.030	1.760	0.570	1.150
1 x 5	1.450	0.640	2.060	0.690	1.210
1 x 6	1.440	-1.089	0.140	-0.280	0.050
1 x 7	1.580	0.830	0.780	0.330	0.880
1 x 8	1.220	1.890	2.130	2.470	1.930
1 x 9	0.260	1.530	0.410	0.140	0.590
1 x 10	-9.996	-12.442	-9.243	-9.863	-10.386
2 x 3	-0.260	-1.169	-0.128	-0.353	-0.477
2 x 4	0.680	0.540	1.050	0.310	0.640
2 x 5	0.850	1.600	0.730	0.830	1.000
2 x 6	-0.880	-1.357	-0.429	-0.731	-0.849
2 x 7	0.280	-1.256	-0.198	-0.642	-0.453
2 x 8	-0.547	-0.712	0.690	-0.347	-0.230
2 x 9	-0.330	-0.778	-0.659	-0.813	-0.645
2 x 10	1.360	2.340	0.850	1.790	1.580
3 x 4	0.350	0.190	0.060	-0.184	0.100
3 x 5	0.990	1.040	1.290	0.450	0.940
3 x 6	-0.223	-1.618	-0.536	-0.906	-0.821
3 x 7	0.780	-0.527	-0.075	-0.467	-0.072
3 x 8	0.480	-0.063	0.010	0.310	0.180
3 x 9	-0.753	-1.939	-0.506	-1.009	-1.052
3 x 10	2.310	1.270	1.890	1.360	1.710
4 x 5	1.850	1.500	1.090	1.450	1.470
4 x 6	0.700	1.850	1.000	0.210	0.940
4 x 7	-0.306	-0.322	0.030	0.610	0.000
4 x 8	0.890	2.090	1.070	2.120	1.540
4 x 9	0.410	-0.244	0.840	1.130	0.530
4 x 10	-10.344	-11.226	-9.361	-9.415	-10.086
5 x 6	0.530	-0.277	-0.392	0.540	0.100
5 x 7	0.930	-0.325	0.750	0.230	0.400
5 x 8	-12.555	-14.212	-11.038	-10.261	-12.017
5 x 9	0.250	0.510	0.220	0.990	0.490
5 x 10	2.600	3.250	2.790	2.550	2.800
6 x 7	-0.421	0.620	-0.316	1.820	0.420
6 x 8	-0.220	0.330	1.280	0.460	0.460
6 x 9	-0.693	-0.607	-0.847	-0.416	-0.641
6 x 10	0.390	1.030	1.500	0.800	0.930
7 x 8	-0.488	-0.600	-0.413	-0.192	-0.423
7 x 9	-0.821	-0.056	-0.436	-1.167	-0.620
7 x 10	1.810	1.240	2.600	1.570	1.810
8 x 9	-0.050	0.060	1.220	0.840	0.520
8 x 10	3.320	3.880	1.930	3.120	3.060
9 x 10	1.890	1.720	1.040	1.470	1.530