

Parâmetros genéticos em café Conilon

Romário Gava Ferrão⁽¹⁾, Cosme Damião Cruz⁽²⁾, Adésio Ferreira⁽³⁾, Paulo Roberto Cecon⁽²⁾,
Maria Amélia Gava Ferrão⁽⁴⁾, Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca⁽⁵⁾, Pedro Crescêncio de Souza Carneiro⁽²⁾
e Marcia Flores da Silva⁽²⁾

⁽¹⁾Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Rua Afonso Sarlo, nº 160, Bento Ferreira, CEP 29052-010 Vitória, ES. E-mail: romario@incaper.es.gov.br ⁽²⁾Universidade Federal de Viçosa (UFV), Av. P.H. Rolfs, s/nº, Campus Universitário, CEP 36570-000 Viçosa, MG. E-mail: cdcruz@ufv.br, cecon@dpi.ufv.br, carneiro@ufv.br, mfloress@vicos.ufv.br ⁽³⁾UFV, Campus Rio Paranaíba, BR 354, Km 310, CEP 38810-000 Rio Paranaíba, MG. E-mail: adesio@ufv.br ⁽⁴⁾Embrapa Café/Incaper, Centro Regional Centro-Serrano, BR 262, Km 92, CEP 29052-010 Venda Nova do Imigrante, ES. E-mail: mferrao@incaper.es.gov.br ⁽⁵⁾Embrapa/Incaper, Centro Regional Centro-Serrano. E-mail: aymbire@incaper.es.gov.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e obter as estimativas de parâmetros genéticos e não genéticos de 40 materiais genéticos do programa de melhoramento genético de café Conilon do Incaper, no Estado do Espírito Santo. Foram analisados dados de dois experimentos, nos municípios de Marilândia e Sooretama, ES, nas safras de 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 e 2002, em que se avaliaram 16 características. Realizou-se, inicialmente, a análise de variância individual, por local em cada ano, com base na média de parcelas, em blocos ao acaso. Posteriormente foi feita a análise de variância conjunta. Os genótipos apresentaram grande variabilidade genética para a maioria das características avaliadas. Os elevados coeficientes de determinação genotípico e coeficientes de variação genéticos, associados às altas produtividades e à variabilidade genética indicam a possibilidade de obtenção de êxitos em programas de melhoramento genético para diferentes características avaliadas nos dois municípios.

Termos para indexação: *Coffea canephora*, Conilon, herdabilidade, melhoramento, produtividade, variabilidade.

Genetic parameters in Conilon coffee

Abstract – The objective of this work was to evaluate the performance and to obtain the estimates of the genetic and nongenetic parameters in 40 genetic materials of the Conilon coffee breeding program conducted by Incaper, Espírito Santo State, Brazil. Two experiments were conducted in Marilândia and Sooretama counties, ES, in 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 and 2002 crop seasons, and 16 characteristics were evaluated. Initially, the individual variance analysis was yearly accomplished for each locality, based on the average of the plots in a randomized block experimental design. Later, the combined variance analysis was performed. The genotypes showed high genetic variability on most evaluated traits. The high genotypic determination coefficients and the genetic variation coefficients associated to the high productivities and genetic variability indicate the possibility to obtain success in the genetic breeding programs for the different characteristics evaluated in both counties.

Index terms: *Coffea canephora*, Conilon, heritability, breeding, productivity, variability.

Introdução

As estimativas de parâmetros genéticos permitem conhecer a estrutura genética da população, a inferência da variabilidade genética presente na população e proporcionam subsídios para predizer os ganhos genéticos e o possível sucesso no programa de melhoramento. Essas estimativas também são importantes na redefinição dos métodos de melhoramento a serem utilizados, na identificação da natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos, na definição com eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para obtenção

de ganhos genéticos com a manutenção da base genética adequada na população (Cruz & Carneiro, 2006).

Entre os parâmetros genéticos e fenotípicos que podem auxiliar o direcionamento da seleção de cafeeiros mais promissores, destacam-se as variâncias genéticas e fenotípicas, as herdabilidades e os progressos genéticos esperados. Quanto à herdabilidade, é fundamental que seja a mais real possível, devido à sua importância na predição de ganhos genéticos de um caráter. Essa veracidade, por sua vez, depende do controle experimental, do local e número de anos de experimentação, da característica avaliada, do método de estimação e da natureza da unidade de seleção.

As estimativas de parâmetros genéticos associados aos indivíduos e não à média de família, como a herdabilidade individual, são raras em café. Encontram-se apenas em café arábica, as obtidas por Walyaro & Van der Vossen (1979), no Quênia; Cilas et al. (1998) em Camarões; e Resende et al. (2001) no Brasil; e, em *Coffea canephora*, as de Leroy et al. (1994) na Costa do Marfim; e Cilas et al. (2000) na Costa do Marfim e Togo. As estimativas associadas às médias são comuns no Brasil (Fonseca, 1999; Resende et al., 2001).

Walyaro & Van der Vossen (1979), ao estimar a herdabilidade no sentido amplo para diferentes características em *Coffea arabica*, encontraram os seguintes resultados: altura de planta, 0,13; diâmetro do caule, 0,35; número de ramos primários, 0,08; número de frutos por nó, 0,08; inflorescências por nó, 0,10; flores por inflorescência, 0,10; e peso de frutos por árvore, 0,17.

Em *C. canephora*, Leroy et al. (1994) encontraram as seguintes estimativas de herdabilidade: altura da planta, 0,37; diâmetro do caule, 0,24; número de ramos plagiotrópicos, 0,43; peso de grãos na primeira safra, 0,28; peso de grãos na segunda safra, 0,27; peso de grãos na terceira safra, 0,15; peso de grãos na quarta safra, 0,14; e peso de grãos acumulados, 0,38. Montagnon et al. (1998) obtiveram as seguintes herdabilidades: 0,73, para peso de sementes; 0,80 para conteúdo de cafeína; 0,74 para conteúdo de gordura e 0,11, para conteúdo de sacarose nos grãos.

O coeficiente de variação genético é outro parâmetro importante que permite inferir sobre a magnitude da variabilidade presente na população em diferentes caracteres, possibilitando comparar os níveis de variabilidade genética presente em diferentes genótipos, ambientes e caracteres. Fonseca (1999), na estimativa de parâmetros genéticos em um grupo de clones de café Conilon para oito caracteres, encontrou coeficientes de determinação genotípicos (H^2) entre 72,84 e 94,17% e coeficiente de variação genético (CV_g) superior ao ambiental (CV_e) para a maioria dos caracteres. Tais resultados indicaram a predominância dos componentes genéticos em relação aos ambientais, caracterizando, assim, condições favoráveis ao melhoramento para as características avaliadas.

A maioria dos trabalhos disponíveis referentes às estimativas de parâmetros genéticos no gênero *Coffea* foi realizada com *C. arabica*. As informações sobre esses trabalhos quase sempre não são apropriadas para serem aplicadas em *C. canephora* e as principais informações de *C. canephora* são de países africanos,

e com grupos de materiais genéticos distintos da *C. canephora* var. *kouillou*. Assim, é de grande importância a estimação desses parâmetros em café robusta no Brasil, uma vez que as estimativas dos parâmetros genéticos podem ser influenciadas pelos diferentes métodos de melhoramento, pelo tipo de material genético utilizado, pelas diferentes condições ambientais e pela época e idade de avaliação, entre outros fatores (Falconer & Mackay, 1996).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e obter as estimativas de parâmetros genéticos e não genéticos referentes a 16 características de 40 materiais genéticos do programa de melhoramento genético de café Conilon do Incaper, no Estado do Espírito Santo.

Material e Métodos

Foram estudados 38 clones e duas cultivares de polinização aberta de *C. canephora* var. *kouillou* pertencentes ao programa de melhoramento genético de café Conilon do Incaper, no Estado do Espírito Santo. Fazem parte desses materiais genéticos, 35 clones descendentes de seleção fenotípica de plantas matrizes de propriedades agrícolas, em diversos municípios da região norte do estado; três clones-elite, o ES 01, classificado como de maturação precoce, o ES 23, maturação intermediária, e o ES 36, tardio; uma cultivar do tipo população propagada por semente, do programa de melhoramento do Incaper, e uma cultivar do tipo policlonal.

Foram analisados dados de dois experimentos, provenientes das safras de 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 e 2002, conduzidos em fazendas experimentais do Incaper, nos Municípios de Marilândia e Sooretama, no norte do Estado de Espírito Santo, locais representativos de clima e solo em que a espécie é cultivada intensivamente.

O Município de Marilândia localiza-se a 19°24'S, 40°31'W, com altitude de 70 m. Apresenta precipitação pluvial anual de 1.100 mm, temperatura média anual de 24°C, umidade relativa de 74% e topografia ondulada-acidentada, com solo classificado como cristalino, de baixa fertilidade. O Município de Sooretama localiza-se a 15°47'S e 43°18'W, com altitude de 40 m. Apresenta topografia plana, com vento sul predominante e solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico arenoso (80% de areia) de baixa fertilidade. A precipitação pluvial anual é de 1.200 mm e mal distribuída, com temperatura média anual de 24°C e umidade relativa de 80%.

A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo e com a produtividade desejada de 80 sacas beneficiadas por hectare. Foram aplicados 340 kg ha⁻¹ de N, 55 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 170 kg ha⁻¹ de K₂O, distribuídos em três aplicações. O manejo, a condução e os tratos culturais nos experimentos foram realizados de acordo com as necessidades e as recomendações técnicas para a cultura. Os experimentos não foram irrigados.

Os experimentos foram instalados em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro e seis repetições, e cada parcela foi composta por duas plantas úteis. O espaçamento utilizado foi de 3x1,5 m, com densidade de plantio de 2.222 plantas ha⁻¹.

Foram avaliadas 16 características: ciclo (C) – número de dias do florescimento principal à colheita; produtividade média de grãos (PMG) – produção de grãos em quilogramas por hectare, com 14% de umidade; relação café cereja e café coco (CeCo); relação café cereja e café beneficiado (CeBe); relação café coco e café beneficiado (CoBe); percentual de frutos com grãos chochos (GCHO); percentual de grãos chatos (GCHA); percentual de grãos moca (GMO); percentual de umidade (UMI); percentual de grãos retidos em peneira superior a 17 (P17); percentual de grãos retidos em peneira 15 (P15); percentual de grãos retidos em peneira 13 (P13); percentual de grãos retidos em peneira 11 (P11); percentual de grãos retidos em peneira média (PM); tamanho médio do fruto em estado cereja (TC), dado em escala de notas de 1 a 4, sendo: 1, pequeno; 2, médio; 3, grande e 4, muito grande; e uniformidade de maturação (UMA), que é dado em escala de notas de 1 a 3, sendo: 1, boa uniformidade de maturação; 2, intermediária e 3, maturação desuniforme. As variáveis TC e UMA foram avaliadas apenas em Marilândia nas colheitas de 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 e 2002, com seis repetições. As demais características foram avaliadas em Marilândia e Sooretama nas colheitas de 1996, 1998, 1999, 2000 e 2001, com quatro repetições.

Realizou-se inicialmente a análise de variância individual, por local em cada ano, com base na média de parcelas, em blocos ao acaso, visando a avaliar a existência de variabilidade genética entre os tratamentos e estimação de parâmetros genéticos e não genéticos. Posteriormente, com o mesmo objetivo da análise de variância individual, procedeu-se à análise de variância conjunta, envolvendo as fontes de variações individuais, as interações simples e triplas. Nas duas análises, os

efeitos de genótipos (clones e populações) foram considerados fixos no modelo, por não representarem uma amostra da variabilidade do Conilon do norte do Estado do Espírito Santo. Na análise conjunta, as fontes de variação anos e locais foram considerados aleatórios. Utilizou-se o teste F para testar a significância das fontes de variação.

Na análise de variância considerou-se o efeito de genótipos como fixo. As estimativas dos componentes de variância associados aos efeitos aleatórios, dos componentes dos quadrados médios associados aos efeitos fixos e dos parâmetros genéticos e não-genéticos, foram obtidas com informações das esperanças de quadrados médios da análise de variância, segundo Cruz et al. (2004).

Na realização das análises estatísticas, foi utilizado o programa Genes (Cruz, 2006).

Resultados e Discussão

Foram observadas diferenças significativas entre tratamentos para todas as características, com exceção de CoBe e UMI, em 2001, em Sooretama (Tabela 1), e UMI, em 1998, em Marilândia (Tabela 2). Esses resultados indicam a existência de variabilidade genética entre os genótipos para as diferentes características avaliadas, o que é um indicativo favorável para a realização de melhoramento das características.

Na maioria das características, nos diferentes anos e locais, os coeficientes de variação experimental (CV_e) estiveram dentro da faixa considerada aceitável para experimentação em culturas perenes. Dos CV_e obtidos, 43,21% foram inferiores a 10%; 27,16%, entre 10 e 20%; 14,81%, entre 20 e 30% e 14,81% maior que 30% (Tabelas 1 e 2). Valores altos de coeficientes de variação também foram verificados em experimentos de avaliações de progênies e clones de café, com magnitudes de 20 a 40% (Fonseca, 1999; Bonomo et al., 2004). Os CV_e mais elevados podem estar associados a causas como longo ciclo da cultura, grande tamanho dos experimentos, respostas diferenciadas dos genótipos aos estresses de altas temperaturas e seca, e respostas diferenciadas dos materiais à incidência de pragas e doenças, a ventos e podas.

As estimativas dos componentes que expressam a variabilidade genotípica (Φ_g) são muito importantes em um programa de melhoramento. Quanto maior suas magnitudes, mais heterogêneos são os genótipos

avaliados e maior a possibilidade de selecionar materiais genéticos superiores, visando ao seu uso como genitores. Foram observadas diferenças de comportamento quanto à variabilidade genotípica (Φ_g) nas diferentes localidades,

anos e características, com estimativas de: C de 71,45 a 951,19; PMG de 95.902,89 a 1.244.839,62; CeCo de 0,003 a 0,065; CeBe de 0,022 a 2,473; CoBe de 0,001 a 0,245; GCHO de 0,67 a 322,45; GCHA de 11,06 a 36,87;

Tabela 1. Quadrado médio genotípico (QMG), coeficiente de variação experimental (CV_e), variabilidade genotípica (Φ_g) e coeficiente de determinação genotípico (H^2) de 14 caracteres de 40 materiais genéticos de café Conilon em cinco colheitas em Sooretama, ES.

Caráter	Parâmetros	1996	1998	1999	2000	2001
Ciclo	QMG	1.693,14**	771,17*	1.044,13**	1.041,17**	2.570,12**
	CV_e (%)	2,20	8,30	0,71	0,05	5,67
	Φ_g	415,20	71,45	261,02	260,28	589,72
	H^2	0,980	0,386	0,999	0,999	0,918
PMG	QMG	660.260,67**	4.709.139,52**	4.283.646,26**	5.766.170,43**	5.724.346,63**
	CV_e (%)	19,10	21,51	20,60	23,24	26,24
	Φ_g	150.755,14	1.040.474,09	991.699,50	1.200.110,55	1.244.839,62
	H^2	0,913	0,884	0,926	0,832	0,870
CeCo	QMG	0,306**	0,082*	0,093**	0,063**	0,032*
	CV_e (%)	8,84	9,64	5,27	6,85	5,63
	Φ_g	0,065	0,008	0,019	0,009	0,003
	H^2	0,855	0,391	0,840	0,582	0,433
CeBe	QMG	11,62**	0,58**	0,42**	0,25**	0,14**
	CV_e (%)	22,99	10,00	6,50	5,38	6,15
	Φ_g	2,473	0,101	0,089	0,051	0,022
	H^2	0,851	0,705	0,843	0,826	0,618
CoBe	QMG	1,31**	0,07**	0,03**	0,04**	0,05 ^{ns}
	CV_e (%)	23,25	10,07	5,50	7,26	13,01
	Φ_g	0,245	0,009	0,006	0,008	0,001
	H^2	0,748	0,529	0,721	0,672	0,101
GCHO	QMG	874,77**	58,70**	158,69**	284,04**	45,53**
	CV_e (%)	58,81	61,73	48,06	65,93	55,44
	Φ_g	117,82	9,10	30,64	47,43	8,70
	H^2	0,539	0,620	0,772	0,668	0,765
GCHA	QMG	161,73**	138,93**	166,39**	64,64**	125,79**
	CV_e (%)	5,54	8,66	5,04	5,20	6,13
	Φ_g	35,98	22,08	36,87	11,06	25,53
	H^2	0,890	0,635	0,886	0,685	0,812
GMO	QMG	166,67**	110,09**	236,23**	61,55**	126,43**
	CV_e (%)	17,83	13,44	63,27	32,90	23,84
	Φ_g	37,12	26,19	38,19	10,67	25,65
	H^2	0,891	0,952	0,647	0,695	0,811
UMI	QMG	5,80**	4,84*	18,64**	22,73 **	0,70 ^{ns}
	CV_e (%)	4,57	12,71	15,84	11,20	5,80
	Φ_g	1,33	0,63	3,15	2,13	0,03
	H^2	0,919	0,519	0,676	0,723	0,163
P17	QMG	1.203,01**	279,11**	255,56**	1.007,19**	465,01**
	CV_e (%)	22,18	34,55	31,86	31,95	74,75
	Φ_g	295,41	69,23	62,65	245,66	100,53
	H^2	0,982	0,992	0,981	0,976	0,865
P15	QMG	650,86**	1.611,53**	663,92**	744,30**	529,43**
	CV_e (%)	15,66	11,78	8,50	11,17	27,02
	Φ_g	153,27	339,44	163,35	180,13	102,24
	H^2	0,942	0,992	0,984	0,968	0,772
P13	QMG	1.047,27**	1.182,40**	495,82**	1.040,37**	609,37**
	CV_e (%)	18,70	13,66	8,66	15,95	26,76
	Φ_g	253,49	284,81	120,92	246,48	126,52
	H^2	0,968	0,963	0,976	0,976	0,830
P11	QMG	246,34**	677,50**	426,88**	331,93**	327,67**
	CV_e (%)	45,35	23,75	20,79	51,52	66,77
	Φ_g	57,27	166,02	104,40	76,65	68,49
	H^2	0,930	0,980	0,978	0,924	0,836
PM	QMG	3,28**	4,22**	2,00**	2,90**	2,23**
	CV_e (%)	2,10	7,68	1,72	2,16	3,62
	Φ_g	0,798	0,788	0,485	0,699	0,493
	H^2	0,912	0,748	0,972	0,967	0,885

⁽¹⁾Ciclo: número de dias, da florada principal à completa maturação dos frutos; PMG: produtividade média de grãos (kg ha⁻¹); CeCo: relação café cereja e café coco; CeBe: relação café cereja e café beneficiado; CoBe: relação café coco e café beneficiado; GCHO: percentual de grãos chochos; GCHA: percentual de grãos chatos; GMO: percentual de grãos moça; UMI: percentagem de umidade do grão na colheita; P17, P15, P13, P11 e PM: percentual de grãos retidos nas peneiras 17, 15, 13, 11 e peneira média, respectivamente. ^{ns}Não-significativo. * e **Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

GMO de 10,67 a 38,19; UMI de 0,01 a 3,15; P17 de 20,79 a 370,68; P15 de 102,24 a 426,89; P13 de 99,53 a 342,32; P11 de 29,87 a 368,96; e PM de 0,428 a 0,838 (Tabelas 1 e 2). Resultados semelhantes foram obtidos

por Fonseca (1999), quanto a algumas dessas características estudadas.

Os coeficientes de determinação genotípica (H^2), estimados a partir das médias dos tratamentos,

Tabela 2. Quadrado médio genotípico (QMG), coeficiente de variação experimental (CV_e), variabilidade genotípica ($\hat{\Phi}_g$) e coeficiente de determinação genotípico (H^2) de 14 caracteres de 40 materiais genéticos de café Conilon em cinco colheitas em Marilândia, ES⁽¹⁾.

Caráter	Parâmetros	1996	1998	1999	2000	2001
Ciclo	QMG	3.872,38**	1.692,79**	2.198,73**	1.264,96**	2.634,11**
	CV_e (%)	3,24	3,45	6,57	5,85	5,60
	$\hat{\Phi}_g$	951,19	405,73	488,92	252,04	603,82
	H^2	0,983	0,959	0,889	0,797	0,917
PMG	QMG	446.786,51**	2.917.403,02**	2.147.580,83**	3.612.638,89**	2.099.742,23**
	CV_e (%)	25,88	15,83	17,24	16,92	21,11
	$\hat{\Phi}_g$	95.902,89	659.523,27	457.623,90	868.621,21	471.279,01
	H^2	0,858	0,904	0,852	0,962	0,898
CeCo	QMG	0,215**	0,048**	0,159**	0,045*	0,286*
	CV_e (%)	6,33	5,08	8,67	7,19	15,08
	$\hat{\Phi}_g$	0,049	0,009	0,031	0,004	0,030
	H^2	0,917	0,746	0,770	0,434	0,423
CeBe	QMG	0,38**	0,50**	3,00**	0,26**	1,19**
	CV_e (%)	6,86	7,63	15,22	7,21	15,18
	$\hat{\Phi}_g$	0,079	0,103	0,639	0,049	0,173
	H^2	0,838	0,825	0,852	0,699	0,583
CoBe	QMG	0,08**	0,19**	0,68**	0,04**	0,07**
	CV_e (%)	5,45	8,97	15,71	6,48	9,22
	$\hat{\Phi}_g$	0,019	0,040	0,145	0,008	0,010
	H^2	0,892	0,861	0,849	0,744	0,611
GCHO	QMG	643,60**	5,47*	1.547,0**	10,35**	127,20**
	CV_e (%)	46,72	124,60	67,61	123,98	47,95
	$\hat{\Phi}_g$	141,42	0,67	322,45	1,46	28,88
	H^2	0,879	0,491	0,884	0,565	0,908
GCHA	QMG	70,05**	81,18**	81,29**	114,43**	98,38**
	CV_e (%)	2,16	3,10	3,50	5,99	7,05
	$\hat{\Phi}_g$	16,70	18,62	18,08	22,78	17,78
	H^2	0,954	0,918	0,889	0,795	0,723
GMO	QMG	69,76**	82,41**	81,43**	114,16**	95,59**
	CV_e (%)	10,77	15,78	20,83	25,41	20,06
	$\hat{\Phi}_g$	16,61	18,90	18,12	22,62	17,08
	H^2	0,952	0,918	0,890	0,793	0,715
UMI	QMG	0,80**	0,11 ^{ns}	12,67**	11,36**	1,89*
	CV_e (%)	3,73	3,00	13,82	11,92	7,29
	$\hat{\Phi}_g$	0,13	0,01	2,21	1,81	0,22
	H^2	0,653	0,094	0,698	0,636	0,476
P17	QMG	1.497,00**	98,65**	88,00**	167,72**	319,47**
	CV_e (%)	16,92	52,62	69,30	82,38	56,26
	$\hat{\Phi}_g$	370,68	24,18	20,79	36,33	75,44
	H^2	0,991	0,980	0,945	0,866	0,945
P15	QMG	727,26**	1.717,59**	945,42**	658,25**	1.015,75**
	CV_e (%)	12,30	12,03	15,06	19,26	20,84
	$\hat{\Phi}_g$	174,14	426,89	232,74	154,23	239,14
	H^2	0,958	0,994	0,985	0,937	0,942
P13	QMG	1.388,10**	984,05**	511,90**	427,84**	695,90**
	CV_e (%)	15,66	7,07	9,33	12,40	16,24
	$\hat{\Phi}_g$	342,32	243,06	123,65	99,53	162,84
	H^2	0,986	0,988	0,966	0,931	0,936
P11	QMG	124,00**	1.547,75**	1.281,09**	386,39**	546,72**
	CV_e (%)	43,79	36,92	16,48	66,77	43,11
	$\hat{\Phi}_g$	29,87	368,96	315,32	89,64	126,92
	H^2	0,963	0,954	0,985	0,928	0,929
PM	QMG	3,38**	3,30**	2,42**	1,84**	2,74**
	CV_e (%)	1,21	1,29	1,64	2,65	2,79
	$\hat{\Phi}_g$	0,838	0,817	0,592	0,428	0,649
	H^2	0,991	0,991	0,981	0,930	0,947

⁽¹⁾Ciclo: número de dias, da florada principal à completa maturação dos frutos; PMG: produtividade média de grãos (kg ha⁻¹); CeCo: relação café cereja e café coco; CeBe: relação café cereja e café beneficiado; CoBe: relação café coco e café beneficiado; GCHO: percentual de grãos chochos; GCHA: percentual de grãos chatos; GMO: percentual de grãos moça; UMI: percentagem de umidade do grão na colheita; P17, P15, P13, P11 e PM: percentual de grãos retirados nas peneiras 17, 15, 13, 11 e peneira média, respectivamente. ^{ns}Não-significativo. * e **Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

apresentaram as seguintes estimativas: C, superior a 79,90%, à exceção de 1998, em Marilândia; PMG, superior a 83,20%; CeBe, entre 58,30 e 85,20%; CoBe, de 61,10 a 89,2%, à exceção de 1998 e 2001, em Sooretama; GCHO, de 49,10 a 90,80%; GCHA, de 63,50 a 95,40%; GMO, de 64,70 a 95,20%; P17, de 86,50 a 99,20%; P15, de 77,2 a 99,40%; P13, de 83,00 a 98,80%; P11, de 83,60 a 98,50%; e PM, de 74,80 a 99,10% (Tabelas 1 e 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Fonseca (1999) em *C. canephora* var. *kouillou*, para algumas características estudadas neste trabalho. Essas estimativas das diferentes características, locais e anos evidenciam a predominância da variabilidade genética em relação à ambiental e também, condições favoráveis para a realização de seleção e melhoramento nas duas localidades. Por meio das elevadas estimativas de H^2 , são verificadas as confiabilidades no que se refere a como os valores fenotípicos representam os valores genotípicos dos materiais genéticos estudados.

Embora a H^2 não seja apenas propriedade de caráter, mas também do material genético trabalhado e das condições ambientais a que foram submetidos os tratamentos, pode-se inferir que o valor de H^2 de uma característica não é imutável, podendo ser aumentado pela introdução de maior variação genética ou pelo maior controle do erro experimental (Ramalho et al., 1993). Entretanto, neste trabalho os valores obtidos podem ser considerados elevados, em razão da alta variabilidade genética do material estudado e das boas condições experimentais.

As diferentes estimativas encontradas nos vários anos e características são, provavelmente, decorrentes dos diferentes genes que estão se expressando ao longo do desenvolvimento das plantas, com a influência dos anos e das condições ambientais apresentadas nas diversas colheitas. Segundo Falconer & Mackay (1996), a estimativa de um parâmetro pode ser variável, pois depende da variabilidade genética existente na população e das condições ambientais.

Nas análises de variância conjunta dos dois locais e das cinco colheitas, foram observadas diferenças para genótipos (G) pelo teste F ($p < 0,01$) quanto a todas as características estudadas, exceto quanto a CeCo, GCHO e UMI, mostrando, assim, a alta variabilidade genética nos materiais genéticos estudados (Tabela 3). Não foram observadas diferenças ($p < 0,05$) em relação a anos (A) e locais (L) para a maioria dos caracteres, mostrando a semelhança dos locais e dos anos de avaliação dos

genótipos. As significâncias das interações $L \times A$ e $G \times A \times L$ para todos os caracteres evidenciaram os comportamentos diferenciados dos materiais genéticos nos diferentes locais e anos, indicando a necessidade de atenção nas variações temporais, na estratificação de ambientes e nos estudos de adaptabilidade e estabilidade de genótipos para condições climáticas atípicas.

No desdobramento da interação em temporal (IT), regional (IR) e temporal regional (ITR), para os caracteres estudados, foram obtidos os seguintes coeficientes de determinação médios: IT $G \times A = 42,24\%$, com variação de 35,35 a 57,43%; IR $G \times L = 14,26\%$, com variação de 6,19 a 17,75%; e ITR $G \times A \times L = 43,50\%$, com variação de 30,79 a 57,48% (Tabela 3). Novos métodos, estudos e estratégias devem ser priorizados nos programas de melhoramento, visando a diminuir, principalmente, a interação temporal, pois essa tem proporcionado as maiores inseguranças e prejuízos para os produtores rurais. Simultaneamente, genótipos de reações interessantes para condições climáticas específicas em solos diferentes podem ser encontrados para aproveitamento em programa de melhoramento geral de café Conilon.

Os coeficientes de determinação genotípico (H^2) superiores a 70%, em 11 das 14 variáveis estudadas, associados aos elevados CV_g e CV_g/CV_e para a maioria dos caracteres e médias elevadas (Tabela 3), reforçam a hipótese de se ter sucesso em programas de melhoramento, utilizando esses materiais genéticos.

As diferenças entre genótipos ($p < 0,01$), associadas às magnitudes favoráveis dos parâmetros genéticos (Tabelas 4 e 5), também indicaram a previsão de obtenção de ganhos genéticos para UMA e TC em programas de melhoramento genético.

Os países importadores de café estão cada vez mais exigentes na compra de café *C. canephora* var. *robusta*, da qual faz parte o café Conilon, produto com alta qualidade e com grãos grandes, semelhante aos grãos de café arábica. As variabilidades observadas na população para tamanho de cereja e uniformidade de maturação indicam a possibilidade de melhoramento para essas características, obtendo-se cultivares superiores em qualidade de sabor, de grãos grandes e com alta produtividade, atendendo-se às exigências do produtor, do industrial, do exportador e do consumidor.

Os resultados obtidos indicaram condições favoráveis e a possibilidade de êxito no melhoramento, utilizando os clones deste trabalho devido: à alta variabilidade genética na maioria das características estudadas;

Tabela 3. Análise de variância conjunta, média geral, coeficientes de variação e estimativas de parâmetros genéticos de 14 características de 40 materiais genéticos de café Conilon, em cinco colheitas, nos municípios de Sooretama e Marilândia, ES⁽¹⁾.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios													
		C	PMG	CeCo	CeBe	CoBe	GCHO	GCHA	GMO	UMI	P17	P15	P13	P11	PM
(B/L)/A	30	370,0	413.287,4	0,11	0,93	0,19	315,9	31,4	40,4	16,9	33,6	33,2	15,8	38,3	0,19
Locais (L)	1	58.648,7	141.567.990,2	2,14	27,04	1,46	7.857,1	227,6	230,7	15,9	4.548,6	11.035,8	5.041,9	10.945,6	47,76
Genótipos (G)	39	10.809,2**	11.126.493,7**	0,15	4,17**	0,66**	886,2	612,8**	629,9**	14,4	3.167,7**	5.532,5**	4.773,9**	3.996,4**	21,36**
LxG	39	1.415,5**	2.442.410,4	0,19	0,88	0,19	449,2**	118,4**	127,6**	15,6	235,4	389,7	407,3	306,9**	1,04
Erro A	234	175,9	608.601,7	0,04	0,36	0,69	92,9	26,9	28,8	13,4	16,6	41,2	30,2	30,2	0,20
Anos (A)	4	25.694,6	268.032.614,2	5,19	38,08	10,90	27.679,9	4.241,1	4.067,5	996,8	16.189,3*	9.679,9	15.615,7	9.809,2	80,66
GxA	156	1.014,4*	2.154.550,1	0,11	1,29	0,20	387,6**	43,3	46,3	18,2	284,6*	535,8**	472,5**	236,8**	0,72
LxA	4	27.694,8**	78.646.997,7**	3,76**	103,06**	12,65**	9.428,3**	2.258,6**	2.261,8**	235,2**	1.351,6**	4.158,1**	2.872,2**	3.066,7**	13,73**
GxAxL	156	625,1**	2.545.152,6**	0,14**	2,03**	0,23**	222,4**	49,6**	50,4**	16,2*	209,8**	299,8**	320,5**	161,5**	0,75**
Erro B	936	152,6	303.399,4	0,04	0,31	0,06	91,9	18,4	20,3	13,4	17,9	34,9	34,7	27,7	0,19
Médias		260,18	2.690,82	2,31	4,15	1,82	12,78	81,78	18,22	13,94	9,96	36,00	39,41	14,61	13,82
CV _e (%)		4,75	20,47	8,65	13,49	13,24	75,03	5,24	24,70	26,26	42,57	16,42	14,96	36,02	3,18
$\hat{\phi}_g$		225,11	226.867,1	0,000	0,101	0,012	6,29	12,51	12,66	-0,077	71,44	122,67	105,36	90,35	0,509
$\hat{\sigma}_{ga}^2$		170,92	490.868,2	0,023	0,639	0,078	56,96	13,97	13,94	1,36	8,23	25,82	17,82	18,94	0,085
$\hat{\sigma}_{gl}^2$		37,40	-19.887,3	0,002	-0,059	-0,002	11,00	2,936	3,34	-0,030	1,31	4,08	4,45	6,96	0,013
$\hat{\sigma}_{la}^2$		170,92	490.868,2	0,003	0,639	0,078	56,96	13,97	13,94	1,36	8,23	25,82	17,82	18,94	0,085
$\hat{\sigma}_{gal}^2$		115,16	546.427,9	0,023	0,419	0,042	31,81	7,610	7,35	0,687	46,77	64,55	69,64	32,60	0,137
H ²		0,833	0,816	-0,133	0,969	0,755	0,291	0,817	0,804	-0,214	0,902	0,887	0,883	0,904	0,953
CV _g (%)		5,77	17,70	-	7,656	6,106	19,63	4,32	19,53	-	84,85	30,77	26,05	65,06	5,16
CV _g /CV _e		1,22	0,865	-	0,570	0,461	0,262	0,824	0,791	-	1,99	1,87	1,74	1,81	1,62
IT GxA (R ² %)		50,89	40,57	38,27	36,33	41,83	53,66	35,35	36,01	47,44	51,43	57,43	52,81	49,86	41,52
IR GxL (R ² %)		17,75	11,50	15,84	6,19	9,99	15,55	24,16	24,80	10,19	10,64	10,44	11,38	16,15	14,99
ITR GxAxL (R ² %)		31,36	47,93	45,89	57,48	48,18	30,79	40,50	39,20	42,37	37,93	32,13	35,81	33,99	43,50

⁽¹⁾C: ciclo, número de dias, da florada principal à completa maturação dos frutos; PMG: produtividade média de grãos (kg ha⁻¹); CeCo: relação café cereja e café coco; CeBe: relação café cereja e café beneficiado; CoBe: relação café coco e café beneficiado; GCHO: percentual de grãos chochos; GCHA: percentual de grãos chatos; GMO: percentual de grãos moça; UMI: percentagem de umidade do grão na colheita; P17, P15, P13, P11 e PM: percentual de grãos retidos nas peneiras 17, 15, 13, 11 e peneira média, respectivamente. IT: interação temporal GxA; IR: interação regional GxL; ITR: interação temporal e regional GxAxL. * e **Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 4. Quadrado médio genotípico (QMG), coeficiente de variação experimental (CV_e), variabilidade genotípica (Φ_g) e coeficiente de determinação genotípico (H^2) de dois caracteres (tamanho de fruto em estágio de cereja – TC e uniformidade de maturação – UMA) em 40 materiais genéticos de café Conilon, em sete colheitas no Município de Marilândia, ES.

Caracteres	Estimativas	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
TC	QMG	0,36**	0,23**	0,14**	0,39**	0,10*	0,13**	0,27**
	CV_e (%)	18,46	16,54	16,81	20,05	20,38	20,51	20,47
	$\hat{\Phi}_g$	0,046	0,031	0,015	0,051	0,007	0,011	0,033
	H^2	0,778	0,812	0,640	0,795	0,386	0,521	0,735
UMA	QMG	3,297**	3,612**	2,512**	3,779**	2,919**	1,642**	1,586**
	CV_e (%)	18,21	19,03	25,88	16,94	22,15	16,11	19,09
	$\hat{\Phi}_g$	0,492	0,551	0,319	0,588	0,413	0,247	0,226
	H^2	0,895	0,913	0,761	0,933	0,848	0,903	0,853

* e **Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 5. Análise de variância conjunta, média geral, coeficientes de variação e estimativas de parâmetros genéticos de dois caracteres (tamanho de fruto em estágio de cereja – TC e uniformidade de maturação – UMA) em 40 materiais genéticos de café Conilon, em sete colheitas no Município de Marilândia, ES⁽¹⁾.

Fonte de variação	GL	TC	UMA
Blocos	5	0,229	1,580
Genótipos (G)	39	0,582**	12,30**
Erro A	195	0,0781	0,524
Anos (A)	6	2,903**	18,13**
GxA	234	0,173**	1,18**
Erro B	1.200	0,064	0,307
Média		1,33	2,88
CV_e (%) – Genótipo/parcela		21,08	25,14
CV_e (%) – Anos/subparcela		18,99	19,22
$\hat{\Phi}_g$		0,009	0,259
$\hat{\sigma}_{ga}^2$		0,018	0,137
$\hat{\sigma}_e^2$		0,064	0,336
CV_g (%)		0,390	17,87
H^2		70,37	90,43
CV_g/CV_e (parcela)		0,347	0,704
CV_g/CV_e (subparcela)		0,385	0,920

⁽¹⁾ CV_e e CV_g : coeficiente de variação experimental e genotípica, respectivamente; H^2 : coeficiente de determinação genotípico; Φ_g : variabilidade genotípica. * e **Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

elevado potencial de produção dos clones, em que a produtividade média de grãos nas cinco colheitas, nos dois locais, foi de 2.690,82 kg ha⁻¹ por ano (44,85 sacas beneficiadas por hectare por ano) (Tabela 3), superior à média geral do Estado do Espírito Santo que, na safra 2006/2007, foi de 19,04 sacas beneficiadas por hectare por ano (Companhia Nacional de Abastecimento, 2007); aos CV_e , na maioria dos caracteres inferiores a 30%, o que mostra boa precisão experimental; às elevadas estimativas de variabilidade genotípica (Φ_g), que

indicaram a possibilidade de êxito nos trabalhos, pela predominância dos efeitos genéticos sobre os ambientais; aos elevados coeficientes de determinação (H^2) que, na maioria das variáveis, foi superior a 76%, evidenciando maior importância da variância de causas genéticas em relação à de causas ambientais na expressão do fenótipo; os bons CV_g (Tabelas 3 e 5), como indicador da grandeza relativa das mudanças em um caráter, que podem ser obtidas por meio da seleção; e à adequada relação de CV_g/CV_e com magnitudes entre 0,70 e 2 na maioria dos caracteres estudados, como indicador da maior importância dos efeitos genéticos sobre o ambiental no melhoramento.

Conclusões

1. Os 40 materiais genéticos de café Conilon estudados apresentam alta produtividade e grande variabilidade genética quanto à maioria das características avaliadas.

2. Existem grandes possibilidades de se ter êxito em programas de melhoramento genético, visando à produtividade e demais características, em Sooretama e Marilândia, ES.

Referências

- BONOMO, P.; CRUZ, C.D.; VIANA, J.M.S.; PEREIRA, A.A.; OLIVEIRA, V.R.; CARNEIRO, P.C.S. Seleção antecipada de progênies de café descendentes de 'Híbrido de Timor' X 'Catuaí Amarelo' e 'Catuaí Vermelho'. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.26, p.91-96, 2004.
- CILAS, C.; BOUHARMONT, P.; BOCCARA, M.; ESKES, A.B.; BARADAT, P. Prediction of genetic value for coffee production in *Coffea arabica* from a half-diallel with lines and hybrids. *Euphytica*, v.104, p.49-59, 1998.

- CILAS, C.; MONTAGNON, C.; BERTRAND, B.; GODIN, C. Wood elasticity of several *Coffea canephora* Pierre clones. A new trait to be included in selection schemes. **Agronomie**, v.20, p.439-444, 2000.
- Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra 2006/2007**: 2º levantamento. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/2_levantamento_200708.pdf. Acesso em: 10 dez. 2007.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES**: estatística experimental e matrizes. Viçosa: UFV, 2006. 285p.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.S.C. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2006. v.2. 586p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. v.1. 480p.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. London: Longman Green, 1996. 464p.
- FONSECA, A.F.A. da. **Análises biométricas em café Conilon (*Coffea canephora* Pierre)**. 1999. 121p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- LEROY, T.; MONTAGNON, C.; CILAS, C.; CHARRIER, A.; ESKES, A.B. Reciprocal recurrent selection applied to *Coffea canephora*. II. Estimations of genetic parameters. **Euphytica**, v.74, p.121-128, 1994.
- MONTAGNON, C.; GUYOT, B.; CILAS, C.; LEROY, T. Genetic parameters of several biochemical compounds from green coffee, *Coffea canephora*. **Plant Breeding**, v.117, p.576-578, 1998.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMAN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- RESENDE, M.D.V. de; FURLANI JUNIOR, E.; MORAES, M.L.T. de; FAZUOLI, L.C. Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**, v.3, p.185-193, 2001.
- WALYARO, D.J.; VAN DER VOSSSEN, H.A.M. Early determination of yield potential in arabica coffee by applying index selection. **Euphytica**, v.28, p.465-472, 1979.

Recebido em 4 de julho de 2007 e aprovado em 7 de dezembro de 2007