

MELHORAMENTO GENÉTICO VEGETAL

DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE PROGÊNIES DE CAFÉ ROBUSTA ⁽¹⁾

MILANA GONÇALVES IVOGLO ⁽²⁾; LUIZ CARLOS FAZUOLI ⁽³⁾; ANTONIO CARLOS BAIÃO DE OLIVEIRA ⁽⁴⁾; PAULO BOLLER GALLO ⁽⁵⁾; JÚLIO CÉSAR MISTRO ⁽³⁾; MARIA BERNADETE SILVAROLLA ⁽³⁾; MASAKO TOMA-BRAGHINI ⁽³⁾

RESUMO

Estudou-se a divergência genética de 21 progênies de meios-irmãos - 19 do grupo Congolês e duas do grupo Guineano - de introduções do germoplasma de café robusta (*Coffea canephora*) do IAC. O estudo baseou-se em análises multivariadas de 14 características morfo-agronômicas, com o propósito de selecionar as progênies mais divergentes, visando à definição de população-base para posterior seleção e produção de híbridos. Avaliou-se também a importância das características discriminantes para análises de divergência, visando ao descarte das variáveis, segundo suas contribuições relativas. O experimento foi plantado e desenvolvido em campo experimental localizado no Pólo Regional do Nordeste Paulista, Mococa (SP), em blocos casualizados, com 21 tratamentos e 24 repetições. O agrupamento dos genótipos foi realizado com base nos métodos de Tocher e UPGMA. A matriz de dissimilaridade genética foi obtida por meio da distância generalizada de Mahalanobis, que serviu de base para a formação dos grupos. Os métodos empregados foram eficientes em detectar ampla variabilidade genética entre as progênies avaliadas. Vários grupos dissimilares foram identificados. As progênies IAC 2262, IAC 2290, IAC 2286, IAC 2292 e IAC 2291 são indicadas para compor programas de intercruzamentos, por terem sido consideradas as mais promissoras na obtenção de populações segregantes ou híbridos heteróticos. As características que menos contribuíram para a divergência genética foram, hierarquicamente: diâmetro da copa antes da poda, altura da planta antes da poda e área foliar.

Palavras-chave: dissimilaridade genética, *Coffea canephora*, técnicas multivariadas, café.

ABSTRACT

GENETIC DIVERGENCE AMONG ROBUSTA COFFEE PROGENIES

It was studied genetic divergence of 21 half-sib progenies, being 19 of the Congolês group and two of the Guineano group, introductions of germoplasma robust (*Coffea canephora*), based in 14 morpho-agronomic traits and multivariate procedures. It's aims to select the lineages most divergent for definition of population-base for posterior reciprocal recurrent selection and production of hybrids. The importance of the traits for divergence was, also, evaluated by the sequential discards the variables, according its relative contributions. The trial was carry out in an experimental field located in the Pólo Regional do Nordeste Paulista, Mococa-SP, using randomized blocks with 21 treatments and 24 replicates. The datas were analyzed by Tocher and UPGMA methods. The matrix of genetic divergence was gotten on the generalized Mahalanobis distance that it served of base for the formation of the groups. The employed methods had been efficient in detecting ample genetic variability between the evaluated progenies. Some groups of similarity had been identified. The IAC 2262, IAC 2290, IAC 2286, IAC 2292 and IAC 2291 progenies are indicated to compose programs of intercrosses, being considered the most promising in the attainment of segregantes populations or hybrid heterotics. The characteristics that had less contributed for the genetic divergence had been: canopy diameter before pruning, plant height before pruning and leaf area.

Key words: Genetic dissimilarity, *Coffea canephora*, multivariate techniques, coffee.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 18 de março de 2007 e aceito em 27 de maio de 2008.

⁽²⁾ Mestranda do Curso de Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo, Campinas (SP). E-mail: milanagi@terra.com.br. Bolsista CAPES.

⁽³⁾ Centro de Café 'Alcides Carvalho', Instituto Agrônomo, Caixa Postal 28, 13012-970 Campinas (SP). E-mail: fazuoli@iac.sp.gov.br; mistrojc@iac.sp.gov.br; bernadet@iac.sp.gov.br; mako@iac.sp.gov.br

⁽⁴⁾ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Caixa Postal 216, 36570-000 Viçosa (MG). E-mail: baiiao@epamig.br (*) Autor correspondente.

⁽⁵⁾ Pólo Regional do Nordeste Paulista - Mococa, Caixa Postal 58, 13730-970 Mococa (SP),. E-mail: paulogallo@apta.sp.gov.br

1. INTRODUÇÃO

O café robusta, *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, representa cerca de 35% da produção e comercialização mundial de café, segundo relatório do ano-safra 2006/2007 da Organização Internacional do Café (<http://www.cicbr.org.br>). O Brasil é o segundo maior produtor mundial, suplantado apenas pelo Vietnã. Segundo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento, a estimativa da safra brasileira de café robusta para o ano agrícola 2008/2009 é de 10.144 mil sacas, ligeiramente inferior à registrada na safra 2007/2008, que foi de 10.263 mil sacas de café beneficiado (CONAB, 2008). Este valor representa 30,4% das 33.740 mil de sacas do café produzido no Brasil, na safra 2007/2008. Esse percentual será reduzido para cerca de 23,0% da produção nacional, em razão do incremento na produção do café arábica. No Brasil, a quase totalidade das lavouras de café, conhecido como café robusta, é da variedade 'Conilon', sendo o Espírito Santo o maior produtor, seguido pelos Estados de Rondônia e Bahia.

A importância econômica do café robusta deve-se, principalmente, ao fato de se constituir como matéria-prima básica na indústria de solubilização e como componente importante na composição dos "blends" com café arábica nas indústrias de torrado e moído. Esse processo proporciona ao produto final expressiva capacidade de competição no mercado, tendo em vista o maior rendimento industrial, por ter, principalmente, mais sólidos solúveis, e menores preços médios em sua comercialização.

Diferentemente do café arábica (*Coffea arabica* L.), a espécie mais cultivada e comercializada no mundo, que é alotetraplóide ($2n=4x=44$), autógama, adaptada aos locais de altitudes elevadas e clima ameno, os cafeeiros da espécie *C. canephora* são diplóides ($2n=2x=22$), com auto-incompatibilidade genética do tipo gametofítica, reproduzem-se por fecundação cruzada e são adaptados a regiões de altitudes mais baixas e temperaturas mais elevadas (CONAGIN e MENDES, 1961). Em razão de sua forma natural de reprodução, as lavouras de café robusta são de grande heterogeneidade, com plantas muito distintas quanto à arquitetura da parte aérea, ao formato e tamanho dos grãos, à época e uniformidade de maturação dos frutos, suscetibilidade a pragas e doenças, tolerância à seca, ao vigor vegetativo, à capacidade produtiva, entre outros, sendo difícil a caracterização de variedades dentro da espécie (CHARRIER e BERTHAUD, 1985; BERTHAUD, 1986).

A existência de variabilidade genética na população é condição básica para que um programa de melhoramento genético obtenha sucesso. Dessa

forma, permite a seleção de genótipos superiores e possibilita o incremento da frequência de genes favoráveis por meio de métodos de seleção adequados, que proporcionem a obtenção de materiais genéticos adaptados às condições ambientais predominantes nas diferentes regiões produtoras (FONSECA, 1999). Assim, em áreas marginais ao café arábica, o robusta revela-se como potencial alternativo para a exploração da atividade no Estado de São Paulo.

Em um programa de melhoramento, o estudo da diversidade genética por meio de técnicas multivariadas é de primordial importância, principalmente no planejamento de programas e na definição de estratégias de trabalhos. A diversidade pode ser quantificada por procedimentos multivariados, como a distância generalizada de Mahalanobis, as variáveis canônicas, os componentes principais, entre outros; a escolha do método é função da precisão desejada, da facilidade de análise e interpretação dos resultados e da forma de obtenção dos dados (CRUZ et al., 2004). Esses estudos normalmente são complementados pelos métodos aglomerativos e hierárquicos de agrupamento, como o método de Tocher (RAO, 1952) e média das distâncias (UPGMA) respectivamente.

O objetivo deste trabalho foi estudar a divergência genética de 21 progênies de meios-irmãos de *C. canephora* do Programa de Melhoramento Genético de Café Robusta do IAC, mediante técnicas multivariadas, e indicar as progênies superiores e mais divergentes para a definição de populações-base, para posterior seleção e produção de híbridos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados referentes a 21 progênies de meios-irmãos, sendo 19 do grupo Congolês e duas do grupo Guineano, de introduções do germoplasma robusta (*C. canephora*), presentes em um campo experimental (EP189) localizado no Pólo Regional do Nordeste Paulista (APTA Regional/Mococa-SP). Estas introduções estão relacionadas a uma seleção de plantas matrizes efetuada na coleção do CATIE (Centro Agronômico Tropical de Investigación e Enseñanza), Turrialba, Costa Rica.

Os dados experimentais foram obtidos de um ensaio instalado em 5/11/1975, em delineamento de blocos ao acaso, composto de 21 tratamentos, referentes às 21 progênies e 24 repetições. O espaçamento utilizado foi de 4,0 x 3,0 m, com uma planta útil por parcela. Após a oitava colheita consecutiva, foi realizada uma poda do tipo recepa em todas as plantas do ensaio. Foram avaliadas 14 características morfoagronômicas, conforme descrito

a seguir: (1) Área foliar (AF): medida pelo equipamento Li-Cor – 3100 *Area Meter*, Lincoln, Nebraska, USA, em centímetros quadrados (cm²); (2) Comprimento foliar (CF): determinado pela distância da base de inserção da folha adulta até o seu ápice, em centímetros (cm); (3) largura foliar (LF): determinada pela distância no terço médio da folha, em centímetros (cm) – essas medições foram realizadas em 2005, a partir da média aritmética de 40 folhas amostradas do terço médio de cada planta da parcela, sendo 10 folhas retiradas de uma das quatro faces norte, sul, leste e oeste da planta; (4) Produção média por planta (PrMe): avaliada por meio da pesagem, em quilogramas de café cereja de cada planta, utilizando 15 colheitas, sendo oito antes da poda e sete após; (5) Altura média da planta antes (AltA) e depois da poda (AltD): medida pela distância, em metros, do nível do solo até o ápice da haste principal (m); (6) Diâmetro médio da copa antes (DCoA) e depois da poda (DCoD): determinado pela distância entre uma extremidade a outra da copa, em centímetros (cm) a 1 m do solo. As características AltA e DCoA foram avaliadas antes da última colheita que antecedeu a poda; AltD e o DCoD foram medidos antes da última colheita após a poda. (7) Porcentagem de grãos do tipo chato (PCha), do tipo Moca (PMoc) e do tipo concha (PCon), avaliados na quinta colheita, de uma amostra de 300 gramas de café beneficiado; (8) Massa de mil sementes (MMil): massa, em gramas, de mil sementes do tipo normal ou chato, com umidade em torno de 11%; (9) Densidade das sementes (Den): após a avaliação da massa de mil sementes, determinou-se a densidade em kg L⁻¹; e (10) Peneira média (PeMe): determinada nas amostras de café tipo chato, utilizando máquina com jogo de peneiras com orifícios circulares para separação quanto ao tamanho, variando de 12/64 a 26/64 polegadas. Para o cálculo da peneira média é aplicada a fórmula:

$$PeMe = \frac{\Sigma(NP \times MGR)}{MTA}, \text{ em que, } NP \text{ é o número}$$

da peneira; *MGR* é a massa de grãos retidos nessa peneira (g); e *MPTA* é a massa total da amostra (g).

A análise de variância foi realizada para cada característica individualmente, com o propósito de verificar a existência de variação genética entre as progênies. O teste Scott Knott (5%) foi empregado para a comparação das médias das 14 características analisadas.

A diversidade genética entre as progênies foi avaliada através dos métodos de agrupamento de Tocher, citado por RAO (1952) e o método hierárquico, que se baseia na média das distâncias (UPGMA). A matriz de dissimilaridades genéticas foi obtida com base na distância generalizada de Mahalanobis, que

serviu de base para a formação dos grupos. Foi realizado também o estudo da importância relativa das características na predição da divergência genética, com base no método proposto por SINGH (1981), que serviu de base para o descarte de variáveis irrelevantes para o agrupamento pelo método de Tocher. As análises genético-estatísticas foram executadas com o uso do aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância individuais detectaram diferenças significativas a 1% de probabilidade, pelo teste F, para todas as características avaliadas, exceto para a característica diâmetro de copa depois da poda (DCoD), que também foi significativa, somente a 5% (Tabela 1). Esses resultados são indicativos da existência de variabilidade genética entre as progênies, o que tornou possível o emprego de técnicas multivariadas na avaliação da divergência entre o material genético avaliado.

De acordo com os resultados (Tabela 1), pode-se inferir que a presença de variabilidade genética significativa entre os materiais genéticos estudados, para as diferentes características avaliadas, é provavelmente atribuída à origem diversa dos acessos introduzidos, à ausência de seleção e ao fato de se tratar de uma espécie de polinização aberta, originando materiais genéticos altamente heterozigotos, o que condiz com a literatura, que descreve a existência de grande variabilidade genética em *C. canephora* (CHARRIER e BERTHAUD, 1985; CHARRIER e BERTHAUD, 1988, CONAGIN e MENDES, 1961; FAZUOLI, 2006).

O coeficiente de variação ambiental (C_{Ve}) oscilou entre 4,04% para a característica Den a 68,43% para a característica PCon, indicando menor influência do ambiente sobre a primeira característica e maior sobre a segunda. Para a produção média (PrMe), o coeficiente de variação ambiental foi 46,76%, valor alto em experimentação agrícola, mas também constatado em café robusta (FERRÃO, 2004). Em todas as características avaliadas, com exceção do DCoD, o coeficiente de determinação genotípico (H²), estimado a partir das médias dos tratamentos, foi superior a 67,36%, atingindo 93,68%, para PCha. Essas estimativas para as diferentes características avaliadas caracterizam a predominância de variabilidade genética em relação à ambiental. Desta forma, os resultados indicam condições favoráveis ao melhoramento, pois H² é um parâmetro relativo de confiabilidade com o qual o valor fenotípico representa o valor genotípico, ou seja, características com alto H² refletem a menor influência do ambiente o que aumenta o poder discriminatório dos mesmos (FALCONER, 1989).

Tabela 1. Análise de variância, estimativas do coeficiente de variação ambiental (CVe), do coeficiente de determinação genotípico (H^2) de 14 características morfoagronômicas (¹) avaliadas em 21 progênies de meios-irmãos de *Coffea canephora* de introduções de germoplasma robusta plantadas no Pólo Regional do Nordeste Paulista - APTA Mococa (SP)

F.V.	G.L	Quadrados Médios													
		AF ¹	CF	LF	PrMe	AltA	DCoA	AltD	DCoD	MMil	Den	PeMe	PCha	PMoc	PCon
Blocos	23	408,064	7,886	0,985	19,238	0,540	0,386	0,609	3,567	407,035	0,003	0,876	142,853	135,605	0,434
Progênies	20	1442,247**	9,728**	5,028**	67,440**	0,760**	0,492**	1,609**	3,887*	2702,075**	0,007**	4,646**	1749,827**	1710,612**	5,166**
Resíduos	460	183,020	2,066	0,544	7,955	0,158	0,161	0,263	2,401	391,769	0,002	0,689	110,620	112,700	0,474
CVe (%)	-	17,69	8,80	10,80	46,76	12,05	15,74	14,70	49,53	14,68	4,04	5,00	13,29	52,98	68,42
H^2	-	87,31	78,76	89,17	88,20	79,26	67,36	83,65	38,22	85,50	70,16	85,16	93,67	93,41	90,83

(¹) AF: área foliar; CF: comprimento foliar; LF: largura foliar; PrMe: produção média; AltA e AltD: altura da planta antes de depois da poda; DCoA e DCoD: diâmetro da copa antes e depois da poda; MMil: massa de mil sementes; Den: densidade da semente; PeMe: peneira média; PCha: porcentagem de grãos tipo chato; PMoc: porcentagem de grãos tipo moça; PCon: porcentagem de grãos tipo concha.

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

Na tabela 2, é apresentada a comparação de médias pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade para as 14 características avaliadas. As progênies de maior destaque em produtividade média foram IAC 2290, IAC 2291, IAC 2286, IAC 2292, IAC 2261 e IAC 2262, com rendimento de grãos estatisticamente iguais e superiores à média geral (PrMe = 6,03 kg de café cereja/cova). Entre as progênies mais produtivas, observou-se na IAC 2262, apesar de originalmente ter sido classificada como pertencente ao grupo Congolês (Tabela 2), a menor área, comprimento e largura foliares, características comuns de plantas do grupo Guineano, especulando-se que essa progênie pode ser proveniente de hibridações entre materiais genéticos dos dois grupos.

Com base nas médias das 14 características avaliadas, principalmente, na produtividade média, as progênies IAC 2261, IAC 2262, IAC 2286, IAC 2290, IAC 2291, IAC 2292 são materiais genéticos potenciais para serem utilizados no Programa de Melhoramento Genético de *C. canephora* do Instituto Agrônomo (IAC). Podem ser utilizadas tanto na seleção de plantas matrizes e avaliação clonal, como na produção de híbridos ou melhoramento visando à obtenção de cultivares de polinização aberta e que possam ser propagadas por sementes. Outras progênies, como IAC 2289, apesar das médias de produtividade não terem sido muito elevadas, possuem outros atributos, como baixas PMoc e PCon, tornando-as promissoras para utilização no melhoramento.

Pela comparação das médias de cinco características (PrMe, MMil, PCha, PMoc e PeMe), consideradas relevantes para o melhoramento de café robusta, das seis progênies mais produtivas, com a média geral do experimento (Tabela 2), constatou-se que todas as características estão acima da média geral, com exceção da progênie IAC 2262 com média para MMil (124,20g) abaixo da média geral (MMil = 134,74g). Para a característica PMoc, todas ficaram abaixo da média. A elevada quantidade de sementes tipo moça é desfavorável por contribuir para a redução do rendimento do café; por esse motivo, a baixa porcentagem dessa característica é um fator favorável que deve ser pretendido no melhoramento de café robusta.

A progênie IAC 2290 merece destaque, pois além de ter sido a mais produtiva de todas aquelas avaliadas, possui outras características desejáveis para o melhoramento genético de café robusta, como elevada PCha, PeMe e MMil e baixa PMoc. As demais progênies, classificadas como mais produtivas (Tabela 2), também exibiram outros atributos que as qualificam para integrar futuros programas de seleção e cruzamentos, como PeMe e PCha elevadas e baixas PMoc e PCon.

Tabela 2. Médias de 14 características morfoagronômicas avaliadas em 21 progêneses de meios-irmãos de *Coffea canephora* de introduções de germoplasma robusta plantado no Pólo Regional do Nordeste Paulista - APTA Mococa (SP)

Trat.	Progênesis	Características ⁽¹⁾													
		AF	CF	LF	PrMe	AltA	DCoA	AltD	DCoD	MMil	Den	PeMe	FCha	PMoc	PCon
		cm	cm	cm	kg	m	m	m	g	k L ⁻¹	Pol.	%	%	%	
1	IAC 2255	77,31b	16,84a	6,76b	6,23b	3,55a	2,35b	3,78a	3,18a	152,95a	1,08b	16,92a	73,67b	23,75b	0,74d
2	IAC 2256	70,22c	15,85b	6,50c	6,02b	3,41a	2,58a	3,70a	3,33a	131,91c	1,04c	16,46b	65,20c	33,64a	1,52b
3	IAC 2257	89,65a	16,80a	7,73a	6,18b	3,27a	2,35b	3,62a	2,72a	144,20b	1,09b	17,19a	87,02a	11,92c	1,08c
4	IAC 2258	71,99c	15,73b	6,55c	6,67b	3,39a	2,65a	3,41a	3,06a	139,37b	1,10b	16,95a	83,00a	16,24c	0,82c
5	IAC 2259	64,34d	15,80b	6,14c	6,02b	3,06b	2,45b	3,08b	2,67a	137,25b	1,09b	16,64a	83,90a	15,52c	0,74d
6	IAC 2260	74,86b	15,91b	6,82b	4,08c	2,78c	2,42b	2,67b	2,45a	121,25c	1,12a	15,95c	87,23a	12,96c	0,60d
7	IAC 2261	81,63a	16,48a	7,07b	7,08a	3,13b	2,63a	3,43a	3,24a	138,04b	1,08b	16,97a	83,03a	16,12c	1,12c
8	IAC 2262	56,45e	14,99c	5,61d	7,10a	3,10b	2,70a	3,51a	3,06a	124,20c	1,11a	16,73a	80,75a	19,53c	0,71d
9	IAC 2263	78,96b	16,87a	6,86b	5,67b	3,46a	2,81a	3,60a	4,54a	136,12b	1,12a	16,40a	68,13c	31,45a	0,63d
10	IAC 2264	77,58b	16,11b	7,05b	6,10b	3,47a	2,57a	3,56a	3,14a	120,50c	1,09b	15,83c	72,40b	27,16b	0,82c
11	IAC 2265	79,10b	17,29a	6,91b	6,18b	3,20b	2,60a	3,15b	3,15a	143,25b	1,10b	16,92a	82,85a	15,37c	1,89a
12	IAC 2266	79,94b	16,32a	6,97b	5,37b	3,28a	2,43b	3,46a	3,29a	113,58c	1,11a	15,66c	73,55b	25,40b	1,02c
13	IAC 2286	82,75a	16,49a	7,16a	7,76a	3,25a	2,32b	3,43a	2,79a	153,95a	1,10b	17,12a	83,21a	15,89c	0,89c
14	IAC 2290	84,03a	16,33a	7,72a	9,11a	3,39a	2,51a	3,51a	3,07a	139,25b	1,09b	17,25a	86,10a	12,41c	1,45b
15	IAC 2291	83,87a	16,67a	7,45a	7,97a	3,45a	2,53a	3,77a	3,12a	138,37b	1,09b	16,56a	87,42a	12,15c	0,54d
16	IAC 2292	83,88a	16,97a	7,23a	7,34a	3,39a	2,29b	3,65a	2,87a	143,66b	1,09b	16,94a	85,21a	14,26c	0,62d
17	IAC 2284 ²	81,89a	17,52a	6,82b	2,85c	3,45a	2,56a	3,76a	3,33a	127,16c	1,11a	16,28b	67,23c	31,40a	2,01a
18	IAC 2285 ²	76,40b	16,46a	6,75b	2,28c	3,18b	2,66a	3,37a	3,10a	139,91b	1,12a	16,72a	66,02c	33,61a	0,50d
19	IAC 2287	70,49c	16,06b	6,60c	3,50c	3,19b	2,70a	3,61a	3,13a	127,16c	1,10b	16,46b	67,02c	31,94a	1,79a
20	IAC 2288	68,22c	15,15c	6,55c	6,55b	3,37a	2,60a	3,56a	3,00a	134,54b	1,10b	16,67a	88,70a	10,50c	0,90c
21	IAC 2289	71,79c	16,14b	6,56c	6,50b	3,30a	2,67a	3,53a	3,42a	122,83c	1,10b	16,22b	89,95a	9,45c	0,61d
	Médias	76,45	16,32	6,80	6,03	3,29	2,54	3,48	3,12	134,74	1,14	16,61	79,12	20,03	1,00

⁽¹⁾ AF: área foliar; CF: comprimento foliar; LF: largura foliar; PrMe: produção média; AltA e AltD: altura da planta antes de depois da poda, DCoA e DCoD: diâmetro da copa antes e depois da poda; MMil: massa de mil sementes; Den: densidade da semente; PeMe: peneira média; FCha: porcentagem de grãos tipo chato; PMoc: porcentagem de grãos tipo moça; PCon: porcentagem de grãos tipo concha.

⁽²⁾ Progêneses do grupo Guineano. As demais são do grupo Congolês.

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical pertencem a um mesmo grupo de similaridade pelo teste de Scott e Knott a 5% probabilidade.

Além dessas características relevantes, na progênie IAC 2262 houve alta Den e na progênie IAC 2286, elevada MMil.

Embora nas outras progênies não se verificasse produção média elevada, as de números IAC 2255, IAC 2257, IAC 2258, IAC 2259, IAC 2265 e IAC 2288 tiveram, para as características PrMe, MMil, PCha e PeMe, valores acima da média geral do experimento, e para a característica PMoc, valores médios das progênies abaixo da média do experimento; esse fato indica a possibilidade de seleção de plantas superiores, dentro dessas progênies para tais características, com grandes possibilidades de ganhos genéticos.

No estudo da divergência genética, pela distância generalizada de Mahalanobis, verificou-se que as progênies mais dissimilares foram IAC 2260 e IAC 2284, e as mais similares, IAC 2258 e IAC 2288. A progênie IAC 2284 também se destacou como a mais dissimilar de todas, pois foi a de maior distância

média entre os pares de distâncias nos quais essa progênie fazia parte. Por outro lado, a progênie IAC 2258 foi a mais similar de todas, em razão da menor distância média entre os pares de distâncias estimadas (Tabela 3).

A dissimilaridade da progênie IAC 2284 pode ser justificada em parte por sua origem. Essa progênie e a IAC 2285, diferente das demais, pertencem ao grupo Guineano, que inclui a cultivar Kouilou ou Conilon. Os materiais genéticos deste grupo possuem sementes menores e folhas mais reduzidas e estreitas que aquelas dos acessos pertencentes ao grupo Congolês. Por sua vez, a progênie IAC 2258, pertencente ao grupo Congolês, apesar da baixa diversidade genética, é de grande interesse do ponto de vista de seu aproveitamento nos programas de melhoramento, pois se constitui em excelente fonte de resistência aos nematóides do gênero *Meloidogyne*, que causam aos materiais suscetíveis enormes prejuízos em locais onde ocorrem (FAZUOLI, 1986).

Tabela 3. Medidas de dissimilaridade média (MDM) e relação das 21 progênies de meios-irmãos de *Coffea canephora* mais e menos dissimilares, com base nas distâncias generalizadas de Mahalanobis, envolvendo 14 características morfoagronômicas

Tratamentos	Progênies	Menos dissimilares					Mais dissimilares				
		Tratamentos					MDM				
1	IAC 2255	16	13	4	9	6,62	8	6	17	19	16,99
2	IAC 2256	19	10	9	7	5,55	6	1	8	15	11,75
3	IAC 2257	16	15	7	14	2,33	17	8	19	1	12,57
4	IAC 2258	20	7	21	5	1,73	17	19	1	2	9,19
5	IAC 2259	4	21	20	16	2,92	17	19	1	2	10,83
6	IAC 2260	5	21	20	4	5,25	17	19	1	2	16,95
7*	IAC 2261	4	14	3	16	2,19	17	1	19	18	10,35
8*	IAC 2262	5	4	21	20	5,69	1	17	3	11	15,34
9	IAC 2263	18	10	12	4	3,89	14	6	8	3	10,40
10	IAC 2264	12	9	15	4	3,22	8	1	17	11	9,40
11	IAC 2265	7	5	4	13	4,92	8	18	1	6	10,52
12	IAC 2266	10	9	4	21	4,07	8	1	17	5	9,20
13*	IAC 2286	16	15	7	3	2,41	17	19	8	18	12,63
14*	IAC 2290	7	3	4	16	2,87	17	18	1	19	14,10
15*	IAC 2291	16	3	20	13	2,26	17	19	8	18	12,95
16*	IAC 2292	13	15	3	4	1,75	17	19	8	18	11,27
17	IAC 2284	19	2	9	12	6,67	6	15	8	14	17,81
18	IAC 2285	9	4	10	19	5,33	14	8	11	6	11,69
19	IAC 2287	17	2	18	9	4,83	1	6	13	14	13,60
20	IAC 2288	4	21	15	7	2,02	17	1	19	18	10,91
21	IAC 2289	20	4	5	15	2,29	17	1	2	19	11,54

*Progênies mais produtivas.

O agrupamento pelo método de Tocher, com base na matriz de dissimilaridade genética estimada pela distância generalizada de Mahalanobis, reuniu as 21 progênes avaliadas em quatro grupos distintos (Tabela 4). FONSECA et al. (2006), utilizando o mesmo método, agrupou 32 clones de café Conilon (*C. canephora*), componentes de três variedades clonais melhoradas, em três grupos distintos. Para facilitar a interpretação dos resultados, o grupo 1 foi dividido em quatro subgrupos e o grupo 2, em três subgrupos. Por

essa metodologia, pode-se constatar que as progênes IAC 2255 e IAC 2262 foram as mais divergentes, constituindo isoladamente os grupos 3 e 4 respectivamente. Dentro do grupo 1, as progênes IAC 2260 e IAC 2265 foram as mais divergentes, formando subgrupos isolados. Ainda neste grupo, as progênes IAC 2264 e IAC 2266 se destacaram, sendo incluídas em um subgrupo à parte. No grupo 2, constituído por cinco progênes, o destaque foi a progêne IAC 2256, que formou um subgrupo individual.

Tabela 4. Agrupamento, pelo método de Tocher, de 21 progênes de meios-irmãos de *Coffea canephora* de introduções de germoplasma robusta, com base na dissimilaridade expressa pela distância generalizada de Mahalanobis estimada a partir de 14 características morfoagronômicas

Grupos	Subgrupo	Progênes
1	1a	IAC 2258, IAC 2288, IAC 2289, IAC 2261, IAC 2292, IAC 2291, IAC 2257, IAC 2286, IAC 2290, IAC 2259
	1b	IAC 2264, IAC 2266
	1c	IAC 2265
	1d	IAC 2260
2	2a	IAC 2263, IAC 2285
	2b	IAC 2284, IAC 2287
	2c	IAC 2256
3		IAC 2255
4		IAC 2262

O número de grupos e subgrupos formados pelo método de Tocher demonstra a ampla variabilidade entre as progênes avaliadas. FERRÃO (2004) e FONSECA (1999), trabalhando com clones de *C. canephora* variedade Conilon obtiveram resultados semelhantes aos aqui mencionados.

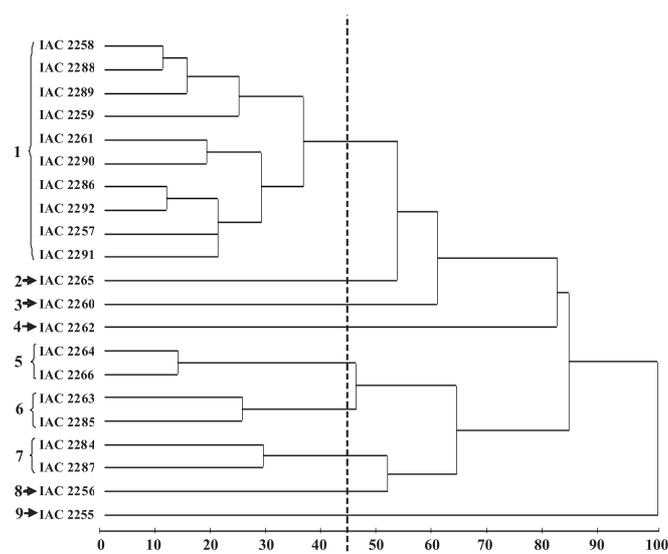


Figura 1. Dendrograma ilustrativo mostrando o agrupamento de 21 progênes de meios-irmãos de *Coffea canephora* pelo método UPGMA, obtido a partir da distância generalizada de Mahalanobis, estimada com base em 14 características morfoagronômicas.

Com o método UPGMA, também empregado neste estudo, para agrupar os genótipos, os resultados foram muito similares aos observados no método de Tocher, principalmente quando se estabeleceu o limite mínimo de 45% de similaridade entre as progênes, para que fossem incluídas em um mesmo grupo. Adotando esse critério, pode-se constatar correspondência perfeita entre os nove grupos/subgrupos formados pelo método de Tocher (Tabela 4) e os nove grupos exibidos pelo método UPGMA (Figura 1). Assim, o primeiro grupo formado no método UPGMA foi composto exatamente pelas mesmas progênes constituintes do subgrupo 1a do método de Tocher. Nesse grupo, estão presentes cinco das seis progênes que tiveram as maiores médias de produção nas 15 colheitas avaliadas (IAC 2261, IAC 2290, IAC 2286, IAC 2292 e IAC 2291). A progêne IAC 2262, que também foi uma das mais produtivas, formou um grupo isolado, sendo bastante divergente em relação às anteriores.

Pelas suas excelentes características produtivas, essas progênes são indicadas para integrar os programas de cruzamentos dirigidos, com vistas à obtenção de novas cultivares de café robusta ou híbridos. Nesse caso, deve-se optar pelo cruzamento entre materiais genéticos divergentes e superiores agronomicamente *per se*, para melhor explorar o potencial heterótico das combinações híbridas obtidas.

Deve-se ressaltar que além da produção, outros atributos das progênes e dos cafeeiros selecionados devem ser levados em conta no momento da escolha dos genitores a serem utilizados nos cruzamentos. Características como PeMe, PCha, Den e MMil elevadas, PMoc e PCon reduzidas e resistência a fitonematóides devem ser consideradas nessa escolha.

Para o estudo da importância relativa das características e o descarte daquelas de menor importância para discriminação dos genótipos, a primeira análise foi feita pelo método de Tocher, utilizando todas as características, e estimando-se sua contribuição relativa (Tabela 5). De acordo com os resultados, as características que proporcionaram maiores contribuições relativas foram PCon (14,58%) e PrMe (10,53%), enquanto DCoD (1,52%), CF (2,73%) e DCoA (3,39%), as menores contribuições.

Tabela 5. Contribuição relativa de 14 características morfoagronômicas para a divergência de 21 progênes de meios-irmãos de *C. canephora* de introduções de germoplasma de robusta do IAC, estimada pelo método de Singh (1981), utilizando médias não padronizadas

Características (¹)	S.j	Valor %
AF	116,11	7,27
CF	43,63	2,73
LF	137,60	8,62
PrMe	168,23	10,53
AltA	67,22	4,21
DCoA	54,165	3,39
AltD	95,43	5,97
DCoD	24,38	1,52
MMil	111,66	6,99
Den	65,56	4,10
PeMe	105,04	6,58
PCha	142,26	8,91
PMo	232,75	14,58
PCon	232,24	14,54

(¹) AF: área foliar; CF: comprimento foliar; LF: largura foliar; PrMe: produção média; AltA e AltD: altura da planta antes e depois da poda; DCoA e DCoD: diâmetro da copa antes e depois da poda; MMil: massa de mil sementes; Den: densidade da semente; PeMe: peneira média; PCha: porcentagem de grãos tipo chato; PMoc: porcentagem de grãos tipo moca; PCon: porcentagem de grãos tipo concha.

As características foram descartadas, de acordo com suas contribuições relativas, até que agrupamento original fosse alterado. A característica DCoD, mesmo com o menor valor de contribuição relativa para a divergência genética não pode ser descartada, pois foi observada alteração significativa nos agrupamentos, havendo a formação de cinco grupos pelo método de Tocher. As características descartadas que não alteraram a formação original

dos grupos foram DCoA, AltA e AF, pois quando descartadas, alteraram apenas a ordem das progênes dentro dos grupos 1 e 2.

As três características descartadas com elevados índices de correlação genotípica e outras características avaliadas (AF e CF = 0,75; AF e LF = 0,97; AltA e AltD = 0,92; AltA e DCoD = 0,87; e DCoA e DCoD = 1,00) indicam ser desnecessária a utilização dessas variáveis em futuros trabalhos, cujo objetivo seja também o estudo da divergência genética em café robusta. Destaque deve ser dado às características agronômicas de maior importância econômica para a cultura e que sejam relevantes para o estudo da divergência genética, como exemplo PrMe, MMil, PCha, PMoc e PeMe.

Nos trabalhos apresentados por FERRÃO (2004) e FONSECA (1999) não foram descartadas características de menor importância pela baixa correlação com outras características relacionadas com a produção ou por alterarem o agrupamento dos genótipos pelo método de Tocher.

4. CONCLUSÕES

1. Há divergência genética entre as 21 progênes de café robusta avaliadas.
2. As progênes mais dissimilares são IAC 2255 e IAC 2262, constituindo cada uma, em um grupo isolado em todos os métodos.
3. Dentre as seis progênes mais produtivas, IAC 2261, IAC 2262, IAC 2286, IAC 2290, IAC 2291 e IAC 2292, é possível a seleção de genótipos superiores agronomicamente para outras características, além de produtividade.
4. A progênie IAC 2290 reúne características desejáveis em um programa de melhoramento, sendo a mais produtiva, com elevada porcentagem de grãos tipo chato e baixa porcentagem de grãos tipo moca, peneira média e massa de mil sementes elevada.
5. As características DCoA, AltA e AF podem ser descartadas para estudos de divergência genética em café robusta, por não alterarem o agrupamento original das progênes e por possuir correlação genotípica elevada com outras características também avaliadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café) e à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Ensino Superior (CAPES) pela concessão de uma bolsa de estudos à primeira autora.

REFERÊNCIAS

BERTHAUD, J. Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféiers africains diploïdes. Evaluation de la recherche génétique des populations sylvestres et ses mécanismes organisateurs. Consequences pour l'application, Montpellier, France: ORSTOM, 1986. 179p.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of Coffee. In: CLIFFORD, M.N. e WILLSON, K.C. **Coffee: botany, biochemistry, and production of beans and beverage**. New York, 1985. p.13-47.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and Methods in Coffee Plant Breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: R.J. Clarke e R. Macrae. **Coffe: Agronomy**. London, 1988. v.4, cap.5, p. 167-197.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 1.º Levantamento de café 2008 - Café, 2008. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb>. Acesso em janeiro/2008.

CONAGIN, C.H.T.M.; MENDES, A.J.T. Pesquisas citológicas e genéticas de três espécies de *Coffea*: auto-incompatibilidade em *C. canephora*. **Bragantia**, Campinas, v.20, n.34, p.787-804, 1961.

CRUZ, C.D. **Programa GENES: versão Windows - Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ed. Viçosa: UFV, 2004. vol. 1, p.377-413.

FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. London: Longman, 438p. 1989.

FAZUOLI, L.C. Experiências em pré-melhoramento de café. In: CURSO INTERNACIONAL DE PRÉ-MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2006. p.74-87. (Documentos 185)

FAZUOLI, L.C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, Y. (Ed.). **Cultura do cafeeiro**. Piracicaba: Patafos, 1986. p.87-113.

FERRÃO, R.G. **Biometria aplicada ao melhoramento genético do café conilon**. 2004. 256f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FONSECA, A.F.A. **Análise biométrica em café conilon (*Coffea canephora* Pierre)**. 1999. 115f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FONSECA, A.F.A.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D.; SAKAIYAMA N.S.; FERRÃO, M.A.G.; FERRÃO, R.G.; BRAGANÇA, S.M. Divergência Genética em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.599-605, 2006.

RAO, R.C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Willey and Sons, 1952. 390p.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, Mumbai, v.41, p.237-245, 1981.